

汽车

报告日期：2023年03月31日

新能源汽车产业链投研框架

投资要点

- 本文从新能源汽车产业链上游金属行业和下游汽车行业两大方向深入分析各细分市场。金属篇重点分析锂、铜、磁材、铝、镍、钠、钒供需平衡。汽车篇从整车、一体化压铸、热管理、空气悬架、域控制器、线束、连接器、IBS、HUD、小三电等角度深入分析细分行业基本面。

金属篇

- **锂：2023年供给增量全面排查**

资源端集中于智利、澳大利亚、阿根廷和中国。需求端锂离子电池快速扩张带动下，锂金属消费量猛烈增长。2021年锂金属消费总量达到9.3万锂金属吨，较2010年的2.35万吨涨幅达到296%。其中，锂金属应用在电池板块的占比由原先的23%扩大到2021年的74%，使用量也从2010年的5405吨上升至2021年的68820吨，涨幅达到1273%。

- **铜：供给将现明显短缺**

铜价进入新一轮上涨周期，库存处于历史低位。供给端，我们预计2022~2025年，全球铜矿产量分别为2174/2232/2302/2393万吨，同比增速分别为3.0%/2.7%/3.1%/4.0%。需求端，我们预计2022~2025年，精炼铜需求量分别为2544/2590/2671/2789万吨，同比增速分别为0.7%/1.8%/3.1%/4.4%。未来供给端放量受限，新能源强力拉动需求增长，预计2025年供需将现明显短缺。

- **磁材：新能源汽车+机器人强力驱动**

聚焦高性能钕铁硼磁材。“双碳”目标和“机器替人”大趋势下新能源汽车、风电、节能家电、机器人等领域对永磁电机的旺盛需求和效率要求，高性能钕铁硼永磁逐渐脱颖而出。预计2025年工业机器人销量对应的高性能钕铁硼需求超2万吨。

- **铝：汽车铝加工行业风起云涌**

“轻量化+一体化”新理解。需求端：未来十年预计铝需求增3300万吨，亚洲国家贡献主要增量。根据国际铝业协会发布的报告，预计未来十年铝需求增长将从2020年的8620万吨增长到2030年的11950万吨。供给端：2021年全球铝供给量为6709.2万吨，中国原铝生产量全球占比达到57.9%。

- **镍：电池高镍化支撑长期需求**

供给端，据SMM预测，2023-2024年全球原生镍将新增供给约66万吨、46万吨。需求端增长主要由不锈钢及电池材料拉动。按照2017-2021年中国/全球不锈钢产量增速4%/3%以及2022-2024年电池用镍增速分别为42%/34%/32%计算，预计2024年不锈钢/电池用镍需求分别为229/74万吨。2022-2024年全球镍供给或整体过剩。主要由于印尼镍铁项目未来每年约40万吨集中投产，预计22-24年分别供给过剩1、39、55万吨。

- **钠：钠离子电池空间释放，未来可期**

钠离子电池的电极材料具有优异的热稳定性和更优的低温性能，对于极端气候拥有更好的适应性，安全性高于锂电池。根据铅酸电池替代，A00级车以及新能源储能市场进行钠离子电池总体市场规模预测，预计2025年钠离子电池需求总量可以达到88GWh，2030年钠离子电池需求可以达到378GWh。

- **钒：钒电池是理想电化学储能方式，全生命周期成本占优**

行业评级：看好(维持)

分析师：施毅

执业证书号：S1230522100002

shiyi@stocke.com.cn

相关报告

- 1 《汽车行业一季报前瞻：静待复苏——行业专题》 2023.03.26
- 2 《一体化冲压梳理》 2023.03.19
- 3 《OTR轮胎-需求盈利双高，轮胎蓝海市场》 2023.03.17

钒电池初始投入高，长时储能成本初具优势。钒电池空间广阔：2031 年全球容量将超 30GWh。以大连融科入围中核汇能共 1GWh 的全钒液流电池储能系统集中采购，投标报价为 256050 万元这一案例为例，1GWh 的钒电池液流电池需要 25 亿元左右的初始资本开支，即钒电池 2031 年资本开支或将超 750 亿。

汽车篇

□ 2022 年汽车市场回暖，新能源汽车渗透率大幅提升

根据中汽协数据，2022 年国内新能源乘用车批发销量 653.6 万台，同比增长 96.7%。12 月当月销量 75.66 万辆，同比增长 51.92%。2022 年新能源乘用车渗透率不断提升，全年新能源乘用车的批发渗透率达 28.1%，同比提升 12.4pcts。

□ 一体化压铸：高效率、低成本轻量化的汽车制造革命

轻量化对电动车至关重要，可以大幅增加续航里程，或者在相同续航里程下降电池成本，本身也可以间接降低成本。除此以外还有 20%-40% 的车身制造成本下降。所以我们认为一体压铸只是时间的问题，一体压铸工艺有望在新能源车中达到 50-70% 的渗透率。压铸机市场空间：假设 9000 吨压铸机单价为 8000 万元，加上周围的压铸岛合计 1 亿元。所以 1000 万辆车对应 300 亿的市场空间。

□ 空气悬架：配置门槛下探，国产化持续加速

空气悬架总单车价值量在 1.1-1.6 万元左右，是传统钢制悬架的数倍，预计在未来国产化空气悬架整体价格将控制在 8000 元以内。新能源车销量持续高景气的前提下，随着国产化替代方案的落地以及消费者驾乘体验升级的新增需求，空气悬架在终端的渗透率将逐步提升，配置价位将有望下探至 25 万元，预期 2025 年国内新能源乘用车对应的空气悬架对应的市场空间将达到 235 亿元，年化增长率将突破 100%。

□ 热管理：新能源汽车热管理行业量价齐升，国内企业迎来新机遇

汽车热管理行业随着电动化进程，单车价值量逐步提高。国内外新能源汽车市场潜力巨大，汽车热管理产品的市场需求也将随之大幅提升，该行业将充分享受电动化进程中的红利。2022 年 1-10 月份热泵系统在国内纯电动汽车领域渗透率已达 33%。根据 Wind 数据，2022 年 1-10 月新能源纯电动汽车批发销量已达 387 万辆，据统计，国内配置热泵空调车型销量总和约为 129.6 万辆，由此测算热泵系统在国内纯电动汽车渗透率已达 33%。

□ 域控制器，迈向汽车智能化的成败关键

分布式电气架构无法满足当前汽车发展需求，集中式电气架构出现。越发复杂的系统对传感器、控制器（ECU）的数量有了大量需求。2022 年智能座舱域控制器前装搭载率为 9% 左右。国内本土 Tier1 实现了赛道切换，并且表现亮眼。本土 Tier1 往往从单个控制器或软件产品研发切入汽车电子赛道，由点及面逐步扩展，最终发展成为软硬一体整体解决方案提供商，占领汽车智能化高地。

□ 线束+连接器：三大趋势引领汽车线束行业再成长，国产替代迎来大机遇

少数外资及合资汽车线束企业长时间占据了绝大部分的市场份额，形成了汽车线束行业寡头竞争的局面。随着自主品牌崛起，国内也涌现了一批如沪光股份、上海金亭、河南天海等自主线束企业。新能源高低压线束平均单车价值量维持 5000 元左右，2025 年中国汽车线束市场规模将达到 1200 亿元，其中传统车用低压线束 450 亿元，新能源车用高低压线束 750 亿元。

□ 制动 IBS：汽车电动化催化，渗透率持续提升

2016 年全球电子驻车制动器的市场渗透率为 40%，2019 年达到 55%，2020 年达到 65% 的渗透率，近几年随着电动智能化的发展，2022 年全球 EPB 渗透率基本达到 75% 以上。国际市场中，2021 年采埃孚和大陆集团市场占有率分别为

39%，23%，两者合计占到整个 EPB 市场的 62%，市场集中度较高。2021 年国内乘用车 EPB 新车搭载率为 78.15%，伯特利 EPB 市场份额为 8.3%。据高工智能汽车监测数据，前装搭载率为 78.15%。采埃孚、大陆集团、爱德克斯市场份额分别为 28.7%、28.15%和 9.52%，三家市场份额合计 66.37%。

□ HUD：技术不断突破，渗透率有望加速提升

当前中国 HUD 市场渗透率较低，市场正在逐步形成规模。当前，HUD 以前装市场为主，据华经产业研究院数据，2021 年中国 HUD 前装量为 116.7 万台套，市场渗透率仅为 5.4%。HUD 市场持续向低端车型渗透，高端车型开始尝试 AR-HUD。近年来新发布的 20 万元以内的中低端车型陆续布局 HUD，如长城、蔚来、理想、吉利、一汽红旗的多款车型都标配 W-HUD 系统，持续向市场释放利好信号。

□ 小三电：高压电动趋势下，量价齐升

车载充电机（OBC）可实现新能源汽车慢充功能。DC/DC 变换器（直流-直流变换器）从动力电池取电，给车载 12V 或 24V 低压电池充电。高压配电盒（PDU）对整车高压电管理，将电能传送到电机、空调、加热器等设备。高压快充下，SiC 代替传统硅功率器件。800V 高压平台有望增加小三电的单车价值。

□ 风险提示

新能源汽车销量不及预期、汽车零部件供应不及预期、疫情反复、市场竞争加剧、原材料价格大幅上涨、技术进步不及预期

正文目录

金属篇	20
1 锂：2023 年供给增量全面排查	20
1.1 锂：能源转型必不可少的金属品种	20
1.2 锂资源：资源端较为集中，供给受澳洲影响较大	21
1.2.1 盐湖卤水：集中于三大高原地区，占据全球 65% 锂资源储量	22
1.2.2 硬岩型：资源量不及盐湖卤水，贡献全球一半以上产量	24
1.3 锂需求：新能源带来锂离子电池猛烈需求，储能或将接棒发力	27
1.3.1 新能源车：技术突破叠加政策扶持，点燃锂价的第一把火	27
1.3.2 储能：拉动锂资源需求增长的第二辆马车	29
1.4 2023 新增供需平衡表：上半年仍将维持供需紧张，下半年或将迎来边际供给过剩	30
1.5 风险提示	32
2 铜：供给将现明显短缺	32
2.1 铜价进入新一轮上涨周期，库存处于历史低位	32
2.1.1 重要有色金属之一，铜全球资源量丰富	32
2.1.2 2022H2 铜价高位回落，显性库存水平较低	33
2.2 2022 年前三季度成本端明显增长，全球产量表现分化	35
2.2.1 2022Q3 矿企成本端明显增长，有望支撑铜价重心上移	35
2.2.2 全球总产能持续提升，地区产能结构性错配	36
2.2.3 2022Q3 精炼铜累计短缺 29.5 万吨，产量表现分化	41
2.3 未来供给端受限+新能源需求拉动，供需错配看好铜价走强	44
2.3.1 铜矿投产周期较长，历史资本开支不足阻碍供给端放量	44
2.3.2 目前终端需求以传统领域为主，未来新能源需求有望逐渐凸显	45
2.3.3 能源金属属性强化，预计 2025 年供给出现明显短缺	47
2.4 风险提示	48
3 磁材：新能源汽车+机器人强力驱动	48
4 铝：汽车+机器人轻量化提振需求	56
4.1 “轻量化+一体化”新理解	56
4.2 从汽车轻量化对标机器人轻量化市场发展	58
4.3 机器人轻量化	60
4.4 风险提示	61
5 镍：电池高镍化支撑长期需求	61
5.1 需求：电池高镍化趋势下，长期需求无虞	61
5.1.1 新能源车需求高增下的千亿空间市场	62
5.1.2 三元正极及前驱体向高镍高压方向迭代，能量密度提升	64
5.1.3 镍产能释放驱动镍价下行，三元电池单价劣势缩窄	66
5.2 供给：前驱体龙头持续放量，加速布局镍资源	68
5.2.1 行业格局集中，龙头份额提升	68
5.2.2 技术+资源双维度竞争，有望强者恒强	69
5.2.3 龙头产能持续放量，下游订单饱满	70
5.3 未来展望：三元电池竞争力持续提升拉动前驱体需求	71
5.3.1 印尼 NPI 放量，镍价或回归基本面价值	71
5.3.2 加工环节技术优势存在天花板，纵向一体化打开盈利空间	72
5.4 风险提示	75

6 钠：钠离子电池空间释放，未来可期	75
6.1 研发突破+需求倒逼，构建钠电发展核心驱动力	75
6.1.1 万事俱备：研发突破底层创新	76
6.1.2 东风已至：价增量减需求倒逼	79
6.2 优势突出+场景布局，夯实钠电发展底层竞争力	83
6.2.1 多重优势：安全性突出+降本优势	83
6.2.2 场景布局：铅酸电池替代+A00 电动汽车+储能	86
6.2.3 钠离子电池总体市场规模预测	92
6.3 产业链全面导入，擘画钠离子电池发展蓝图	93
6.3.1 正极材料产业发展进度	95
6.3.2 负极材料产业发展进度	96
6.3.3 电解液产业发展进度	97
6.3.4 隔膜产业发展进度	98
6.3.5 集流体产业发展进度	98
6.4 风险提示	98
7 钒：钒电池是理想电化学储能方式，全生命周期成本占优	98
7.1 事件：储能电站安全性要求高	98
7.2 钒液流电池：安全性较高的储能方案	99
7.3 成本对比：钒电池初始投入高，长时储能成本初具优势	100
7.4 钒电池空间广阔：2031 年全球容量将超 30GWh	103
7.5 对钒金属需求影响：钒金属未来放量有限，有望转变为能源金属	103
7.6 风险提示	104
汽车篇	105
8 2022 年汽车市场回暖，新能源渗透率大幅提升	105
8.1 2022 年市场回顾	105
8.1.1 市场总体情况	105
8.1.2 车企情况	107
8.2 主要整车厂	109
8.2.1 特斯拉：新品周期助力业绩增长	109
8.2.2 比亚迪：国产之光份额不断上升	110
8.2.3 华为造车：三种模式切入汽车市场	114
8.2.4 蔚来汽车：高端定位，主力车型放量	117
8.2.5 理想汽车：产品换代完成，销量更上一层楼	118
8.2.6 小鹏汽车：组织架构调整，产品陆续换代提升综合竞争力	120
8.2.7 长安汽车：盈利改善，销量连续增长	122
8.2.8 长城汽车：组织架构改革，加速拥抱新能源	124
8.3 风险提示	126
9 一体化压铸：高效率、低成本轻量化的汽车制造革命	126
9.1 一体化压铸：降本、提效、轻量化	126
9.1.1 压铸工艺：小型化向一体化迈进	126
9.1.2 特斯拉为何如此看好一体压铸	128
9.2 一体化压铸市场空间测算：2025 年每 1000 万辆车对应 625 亿元市场空间	133
9.2.1 单车价值量：2025 年和 2030 年分别达到 6250 元和 11250 元	133
9.2.2 渗透率分析：全球 2025 年纯电渗透率 40%，插混渗透率 10%	133
9.2.3 压铸机市场：每 1000 万辆车会带来 300 亿的市场空间	135

9.3 产业链投资梳理：压铸机+压铸厂+免热处理合金	135
9.3.1 压铸环节梳理：文灿股份卡位优势显著	135
9.3.2 上游免热处理合金梳理：立中集团成功研发量产，打破国外垄断	136
9.4 风险提示	137
10 空气悬架：配置门槛下探，国产化持续加速	137
10.1 悬架：重要连接装置，决定操稳性与平顺性	137
10.1.1 独立悬架是行业主流，半主动/主动悬架常见于商用车及高端乘用车	137
10.1.2 传统悬架结构：固定刚度弹簧与固定阻尼减振器的相互搭配	140
10.1.3 空气悬架系统：以空气弹簧取代钢弹簧，实现驾乘体验新升级	140
10.2 空气悬架：升级趋势，自主品牌助力搭载门槛下探	142
10.2.1 工作原理：传感器识别→ECU 控制→空簧减振器总成调节	142
10.2.2 优劣势分析：高配置及维修成本带来的舒适性、操控性与通过性	143
10.2.3 搭载车型演化：新能源车&国产替代推动搭载门槛下探	144
10.3 未来前景：国产替代加速，新能源车点燃潜在需求	146
10.3.1 空气悬架行业竞争格局：海外技术壁垒高，本土化生产逐步提速	146
10.3.2 空悬系统国产化前沿：本土厂商已具备核心部件及方案提供能力	147
10.3.3 驱动因素及市场空间测算：成本下行+消费升级推动行业快速扩张	150
10.4 风险提示	152
11 热管理：新能源汽车热管理行业量价齐升，国内企业迎来新机遇	152
11.1 新能源汽车热管理行业量价齐升	152
11.1.1 新能源汽车新增电池、机电电控热管理系统，单车价值随之提升	152
11.1.2 2025 年国内新能源汽车热管理行业市场空间有望达到 757 亿	155
11.2 热管理行业国际头部企业市占率较高，国内企业逐渐发力	157
11.2.1 外资企业占据先发优势，系统集成能力较强	157
11.2.2 国内企业依托核心零部件，向热管理集成部件迈进	161
11.3 新能源汽车热管理集成化趋势明显，热泵将成为标配	167
11.3.1 新能源汽车热管理系统发展历经三个阶段	167
11.3.2 热管理系统功能多样促进向集成化发展，国内企业迎来新机遇	170
11.3.3 热泵系统在新能源汽车领域加速渗透	172
11.3.4 核心零部件：针型和大口径电子膨胀阀市场竞争强化	173
11.4 风险提示	175
12 域控制器，迈向汽车智能化的成败关键	175
12.1 汽车电子电气架构由分布走向集中，并最终走向中央计算	175
12.1.1 传统分布式电子电气架构难以适应发展趋势	176
12.1.2 集中式架构逐渐演进，特斯拉暂时领先	177
12.2 智能座舱与智能驾驶为当前竞争焦点	179
12.2.1 智能座舱域：用户认接受度高，开发难度相对低	179
12.2.2 智能驾驶域：L2 级快速普及，行泊一体为明显趋势	180
12.3 域控制器产业链解构，高性能芯片为其核心	181
12.3.1 科技厂商入局域控制器，业务模式多样	182
12.3.2 高性能 SoC 芯片是域控制器的核心	183
12.4 本土 Tier1 紧跟浪潮，实现业务转型大发展	191
12.4.1 德赛西威，中国最大汽车电子企业之一，深耕汽车电子 30 余年	191
12.4.2 中科创达，聚焦操作系统软件技术，Android 领域经验丰富	192
12.4.3 经纬恒润，服务与产品体系完备的综合汽车电子系统服务商	194

12.4.4 东软集团，智能汽车和医疗领军企业	195
12.5 风险提示	196
13 线束+连接器：三大趋势引领汽车线束行业再成长，国产替代迎来大机遇.....	196
13.1 汽车线束类型与组成	196
13.1.1 汽车线束分类	197
13.1.2 汽车线束特性要求	197
13.1.3 汽车线束的三大组成部分	198
13.2 汽车线束成本构成	201
13.2.1 材料成本占成本比重最高，人工成本其次	201
13.2.2 线缆成本占比最高，其核心为铜材料	201
13.3 汽车线束市场格局	202
13.3.1 线束行业上下游	202
13.3.2 线束行业集中度高，国产替代成为趋势	202
13.3.3 线束行业市场规模将破千亿	203
13.3.4 线束行业主要玩家	204
13.4 新趋势驱动线束行业新发展	206
13.4.1 电动化趋势，驱动高压线束需求提升	206
13.4.2 智能化趋势，对高带宽线束需求提升	208
13.4.3 轻量化趋势，驱动新材料线束需求	210
13.5 汽车线束行业相关标的	211
13.5.1 沪光股份，国内线束领军，高压线束为增长新亮点	211
13.5.2 徕木股份，手机+汽车双轨道运行，国内连接器龙头企业	213
13.6 风险提示	214
14 制动 IBS：汽车电动化催化，渗透率持续提升	214
14.1 电控制动系统分类	214
14.2 线控制动产品（WCBS）新增项目不断，产能逐渐释放	215
14.3 重点公司：伯特利	218
14.3.1 EPB 产品系列丰富，年产 40 万套项目加速建设	220
14.3.2 伯特利控制动产品	222
14.4 风险提示	223
15 HUD：技术不断突破，渗透率有望加速提升	223
15.1 行业概况：HUD 渗透率快速提升，国产厂家有望在增量市场中获益	223
15.1.1 HUD 行业概况	223
15.1.2 产业链概况	226
15.1.3 市场供需	228
15.1.4 市场竞争	231
15.2 公司业务：华阳集团经验丰富且研发提速，汽车电子主业持续高增长	233
15.2.1 公司概况	233
15.2.2 业务表现	236
15.2.3 财务表现	239
15.3 风险提示	241
16 小三电：高压电动趋势下，量价齐升	241
16.1 电动化带来“小三电”增量	241
16.1.1 OBC、DCDC、PDU 构成新能源“小三电”	241
16.1.2 OBC：交流充电覆盖更全面应用场景	244

16.1.3 车载 DC/DC: 供低压设备用电	245
16.1.4 PDU: 高压系统中的电流分配电器	247
16.2 小三电将朝着集成化、多功能化、大功率方向发展.....	248
16.3 OEM 与第三方共同参与, 小三电企业技术迭代.....	252
16.4 风险提示	255
17 风险提示	255

图表目录

图 1: 锂资源产业链.....	20
图 2: 锂盐产品价格 (元/吨)	21
图 3: 锂精矿进口价格 (美元/吨)	21
图 4: 全球锂资源产量 (吨锂金属)	21
图 5: 2021 年全球锂资源主要国家产量占比.....	21
图 6: 锂矿床主要类型.....	22
图 7: 2021 年全球锂资源量分布 (万锂金属吨)	22
图 8: 世界主要卤水锂矿分布区.....	22
图 9: 南美锂三角地区卤水锂矿床分布.....	23
图 10: 南美锂三角重要盐湖卤水型锂矿床的基础数据.....	23
图 11: 青藏高原主要盐湖卤水锂资源分布图.....	24
图 12: 青藏高原主要盐湖卤水锂资源情况.....	24
图 13: 全球主要锂辉石矿分布.....	25
图 14: 澳大利亚主要锂辉石矿山分布.....	25
图 15: 我国川西锂辉石项目.....	26
图 16: 江西地区主要锂云母矿.....	26
图 17: 电化学二次电池性能对比.....	27
图 18: 2010 年锂资源消费结构 (吨锂金属量)	27
图 19: 2021 年锂资源消费结构 (吨锂金属量)	27
图 20: 中国动力电池出货量 (单位: MWh)	28
图 21: 中国乘用车销量及新能源乘用车渗透率.....	28
图 22: 全球汽车销量及新能源车渗透率.....	28
图 23: 固态电池结构示意图.....	29
图 24: 2021 年我国新型储能装机占比.....	29
图 25: 我国电化学储能累计装机量.....	29
图 26: 全球储能锂离子电池出货量.....	30
图 27: 2023 年全球主要锂资源项目产量增长预期 (万吨 LCE)	31
图 28: 2023 年锂资源供需平衡表.....	32
图 29: 全球铜资源量丰富.....	32
图 30: 2015~2021 年再生精炼铜占比在 17%上下浮动.....	32
图 31: 铜产业链梳理.....	33
图 32: 铜价历史周期复盘.....	34
图 33: 2022 年下半年 LME 铜现货结算价高位回落.....	34
图 34: 2022 年下半年国内铜价高位回落.....	34
图 35: 2020 年 3 月后 LME+COMEX+上期所铜总库存持续下滑.....	35
图 36: COMEX 铜库存处于历史低位.....	35
图 37: 上期所阴极铜库存处于历史低位.....	35
图 38: LME 铜库存处于历史低位.....	35
图 39: 铜矿资源平均品位下滑.....	36
图 40: 2022Q3 铜矿企业 C1 现金成本呈上涨趋势 (美元/吨)	36
图 41: 2022 年铜成本曲线.....	36
图 42: 成本曲线对铜价起较好支撑作用.....	36

图 43: 全球矿山、粗炼及精炼铜总产能持续增长	36
图 44: 铜矿产能主要分布在智利、秘鲁	37
图 45: 冶炼铜产能主要分布在中国	39
图 46: 精炼铜产能主要分布在中国	40
图 47: 2022Q3 铜矿产量累计同增 3.5%	42
图 48: 2022Q3 精炼铜产量累计同增 2.3%	42
图 49: 2020 年智利在全球铜矿产量中占比达 27.8%	42
图 50: 2020 年中国在全球精炼铜产量中占比达 40.9%	42
图 51: 2022Q3 全球精炼铜累计短缺 29.5 万吨	43
图 52: 2020 年中国在全球精炼铜消耗量中占比达 58%	43
图 53: 中国冶炼厂粗炼费 (TC) 自 2021H2 持续增长	43
图 54: 中国冶炼厂精炼费 (RC) 自 2021H2 持续增长	43
图 55: 2016 年后全球头部矿企 CAPEX 水平较低 (百万美元)	45
图 56: 历史铜价下跌削弱矿企资本开支意愿	45
图 57: 铜矿从发现到投产周期较长 (年)	45
图 58: 全球 CAPEX 投入与产量释放时间差约为 4 年	45
图 59: 铜终端需求主要用于五大领域 (单位: 千吨)	46
图 60: 磁材: 永磁+软磁+其他	49
图 61: 磁性材料矫顽力随年代的变化	49
图 62: 金属永磁铝镍钴系、铁铬钴系、铂钴产品示例	50
图 63: 铁氧体永磁 62% 用于制造电机	50
图 64: 钕铁硼主要应用及产量占比	51
图 65: 主要永磁体性能对比	52
图 66: 主要永磁体性能对比	52
图 67: 2015-2021 年硅钢产量 (万吨)	53
图 68: 2015-2021 年各种硅钢产量占比	53
图 69: 非晶合金生产流程线显著小于硅钢	54
图 70: 2015-2025 高性能钕铁硼产量及预测 (万吨)	55
图 71: 2015-2025 高性能钕铁硼销量及预测 (万吨)	55
图 72: 2018 年高性能钕铁硼的需求结构	56
图 73: 2021 年高性能钕铁硼的需求结构	56
图 74: 预计未来十年铝需求增 3300 万吨拆分 (万吨)	57
图 75: 2021 年全球铝供给量为 6709.2 万吨 (万吨)	57
图 77: 性能提升引发的增重 vs 轻量化开发实现的减重	58
图 78: 6061 铝板	59
图 79: 7075 铝板	59
图 80: 轻量化产业链各端公司及市场份额	59
图 81: 机械手的本体重量: 负载重量	60
图 82: 主流机器人厂商轻量化机器人型号分布份额	60
图 83: 机器人轻量化材料的密度、比刚度和比强度值	60
图 84: 材料减重与成本增加的关系	61
图 85: 轻量化材料价格表	61
图 86: 三元前驱体位于产业链中上游, 是将资源转换为材料的关键中间体	61
图 87: 三元正极材料占三元电池成本约四成	62
图 88: 2021 年前驱体占三元正极材料成本约六成	62

图 89:	全球新能源汽车需求快速提升, 2021 年增速超过 100%.....	62
图 90:	2021 年中国新能源车销量增速超 150%.....	62
图 91:	全球动力电池装机量快速增长, 长期仍有较大发展空间.....	63
图 92:	三元电池是主流的动力锂电池, 未来或与铁锂电池共存.....	63
图 93:	全球三元前驱体出货量加速发展.....	64
图 94:	三元前驱体材料价格前三年均价在 10.7~14.4 万元/吨.....	64
图 95:	未来电池技术发展路线对比容量提出高要求.....	65
图 96:	三元前驱体产品的高镍化趋势明显.....	66
图 97:	预计未来高镍三元前驱体将占据全球大部分市场份额.....	66
图 98:	2022 年下半年硫酸镍等原材料价格环比回落.....	66
图 99:	23 年硫酸镍原材料产能有较大释放.....	66
图 100:	三元电池电芯相对磷酸铁锂电池单价劣势进一步缩窄.....	67
图 101:	镍盐及锂盐价格变化对高镍三元电芯成本的影响.....	67
图 102:	镍盐及锂盐价格变化对磷酸铁锂电芯成本的影响.....	67
图 103:	镍盐及锂盐价格变化对高镍三元电池与磷酸铁锂电芯价格差的影响.....	68
图 104:	中国三元前驱体产量占全球约八成.....	68
图 105:	三元前驱体行业集中度持续提升.....	69
图 106:	三元前驱体行业龙头市占率稳固.....	69
图 107:	电解镍库存仍处历史低位, 支撑镍价高位震荡.....	72
图 108:	2022 年下半年国内港口镍矿库存回升.....	72
图 109:	纵向一体化企业前驱体毛利率高于独立加工商.....	72
图 110:	纵向一体化企业前驱体单吨毛利高于独立加工商.....	72
图 111:	2021 全球镍矿主要分布在印尼、澳大利亚、巴西等国.....	73
图 112:	2021 年印尼是全球镍矿最大产出国.....	73
图 113:	全球镍钴化合物现金成本曲线, 印尼镍矿湿法冶炼项目 (蓝色) 现金成本在全球镍矿中最低.....	75
图 114:	钠离子电池充放电原理.....	76
图 115:	从专利布局看钠离子电池行业发展.....	77
图 116:	钠离子电池技术工艺 (与锂离子电池工艺、设备兼容).....	78
图 117:	2022 年上半年碳酸锂价格同比增长 4.3 倍.....	80
图 118:	根据 Benchmark Minerals 预测, 锂行业面临严重供给短缺 (单位: 万吨 LCE).....	80
图 119:	锂价上涨增加动力电池企业成本.....	81
图 120:	铜铝等集流体材料将面临持续性收紧.....	81
图 121:	中国锂资源储量仅占全球 6.8%.....	81
图 122:	中国锂资源 (氢氧化锂) 进口依赖度达 64%.....	81
图 123:	钠在地壳中元素丰度位列第六 (ppm).....	82
图 124:	电池对于高/低温环境敏感.....	83
图 125:	钠离子电池运行温度范围: -70-100°C.....	83
图 126:	钠离子电池可放电到 0V, 具备更高的安全性.....	83
图 127:	中科海纳公布数据: 30%-40%降本空间.....	84
图 128:	铝价维稳, 与铜价价差保持在 30000~40000 元/吨上下.....	84
图 129:	铅酸蓄电池应用场景占比.....	87
图 130:	2010-2021 年铅酸电池企业数量下降 92.67%.....	87
图 131:	铅酸电池进出口量呈下降趋势.....	87
图 132:	A00 汽车市场份额下滑.....	89
图 133:	A00 级车在产车型电池系统能量密度低于 160Wh/kg.....	89

图 134:	A00 级车在产车型续航里程集中在 250km-400km 区间.....	89
图 135:	钠离子电池目前仅占储能项目规模的 0.24%.....	90
图 136:	截至 2021 年底, 全球电力储能项目累计装机约 200GW, 温度分布范围为 (-67.8°C~54.0°C)	92
图 137:	钠离子电池产业链综述.....	95
图 138:	钒液流电池储液罐.....	99
图 139:	钒与锂相对位置.....	99
图 140:	钒液流电池运行原理.....	100
图 141:	锂电池运行原理.....	100
图 142:	不同储能方式资本开支 (美元/千瓦时)	101
图 143:	不同储能方式 LCOS 度电成本对比 (美元/千瓦时)	101
图 144:	各电化学电池储能度电成本曲线.....	102
图 145:	钒电池规模效应.....	103
图 146:	钒液流电池 2022-2031 年容量预测.....	103
图 147:	不同国家钒金属储量占比 (%)	104
图 148:	2020-2025 年中国五氧化二钒预计产量.....	104
图 149:	钒行业下游需求结构.....	104
图 150:	中国钒电池占国内钒需求占比预测 (%)	104
图 151:	2022 年乘用车批发销量-年度 (万辆, %)	105
图 152:	2022 年乘用车批发销量-月度 (万辆, %)	105
图 153:	新能源乘用车销量-月度 (万辆, %)	106
图 154:	新能源乘用车渗透率-分系列 (%)	106
图 155:	乘用车批发市场份额.....	106
图 156:	乘用车批发市场份额-分车企	107
图 157:	新能源汽车各品牌市占率 (%)	108
图 158:	2022 新能源轿车销量前十 (辆)	108
图 159:	2022 新能源 SUV 销量前十 (辆)	108
图 160:	特斯拉全球销量-年度 (万辆, %)	109
图 161:	特斯拉中国销量-分车型 (辆, %)	109
图 162:	特斯拉 2022 全球纯电车市场占有率.....	109
图 163:	Model 3 价格变动	110
图 164:	Model Y 价格变动	110
图 165:	Cybertruck 外观图.....	110
图 166:	Semi 外观图	110
图 167:	比亚迪产品矩阵.....	111
图 168:	2022 年比亚迪新能源汽车销量及占比 (万辆, %)	112
图 169:	2022 年比亚迪纯电和插混销量和增速 (万辆, %)	112
图 170:	2017-2021 年比亚迪/特斯拉/苹果研发投入占比 (%)	112
图 171:	2022 年比亚迪纯电和插混销量和增速.....	112
图 172:	比亚迪产品矩阵.....	113
图 173:	比亚迪 e 3.0 平台	113
图 174:	腾势 D9 外观.....	114
图 175:	腾势 D9 内饰.....	114
图 176:	仰望 U8 外观.....	114
图 177:	仰望 U9 外观.....	114
图 178:	北汽极狐外观.....	116

图 179:	阿维塔 11 外观.....	116
图 180:	赛力斯与华为合作历程.....	117
图 181:	蔚来汽车销量 (辆)	117
图 182:	蔚来换电站分布.....	118
图 183:	蔚来换电站数量 (座)	118
图 184:	2022 年理想汽车销量 (辆)	119
图 185:	蔚小理毛利率对比 (%)	119
图 186:	理想汽车产品矩阵.....	119
图 187:	理想 L9 外观图	120
图 188:	理想 L8 PRO/MAX 区别	120
图 189:	理想汽车产品矩阵.....	120
图 190:	小鹏汽车销量 (辆)	121
图 191:	小鹏汽车各产品价格区间.....	121
图 192:	小鹏汽车工厂产能.....	121
图 193:	小鹏汽车超充桩图例 1.....	122
图 194:	小鹏汽车超充桩图例 2.....	122
图 195:	小鹏自动驾驶发展历史.....	122
图 196:	长安汽车 (集团) 销量及增速 (万辆, %)	123
图 197:	长安汽车自主品牌布局.....	123
图 198:	阿维塔 11 与竞品车型对比.....	124
图 199:	长安深蓝 SL03 和精品对比	124
图 200:	长城汽车各品牌销量 (万辆)	125
图 201:	长城汽车研发中心和生产基地布局.....	125
图 202:	汽车中的压铸结构件.....	126
图 203:	汽车压铸件.....	127
图 204:	铸造铝占汽车用铝比例较高.....	128
图 205:	特斯拉一体化压铸专利示意图.....	129
图 206:	特斯拉一体压铸发展梳理.....	129
图 207:	汽车整车质量占比分析.....	130
图 208:	特斯拉推进一体压铸四大部位.....	130
图 209:	ModelS 与 ModelY 对比.....	131
图 210:	一体压铸优缺点梳理.....	132
图 211:	ModelY 底板铸件材料构成.....	137
图 212:	国内免热处理合金公司梳理.....	137
图 213:	汽车悬架示意图.....	138
图 214:	根据结构、控制力和控制方式的悬架分类.....	138
图 215:	非独立悬架示意图.....	139
图 216:	双横臂式独立悬架示意图.....	139
图 217:	被动悬架示意图.....	139
图 218:	半主动悬架示意图.....	139
图 219:	基本汽车悬架结构图.....	140
图 220:	弹簧减震单元结构图.....	140
图 221:	囊式、膜式空气弹簧结构示意.....	141
图 222:	乘用车空簧减振器总成.....	141
图 223:	空气悬架系统结构示意图.....	142

图 224:	空气悬架系统作用机制.....	143
图 225:	空气悬架系统成本拆分.....	144
图 226:	可选配空气悬架的自主品牌新能源车型对应价格区间 (万元)	145
图 227:	乘用车空气悬架产业链构成及竞争格局.....	146
图 228:	理想 L9 宣传照	147
图 229:	理想 L9 全自研空气悬架示意图	147
图 230:	理想 L9 的智能空气弹簧在不同场景下自动调整高度逻辑.....	147
图 231:	保隆科技现有量产空悬产品布局.....	148
图 232:	孔辉科技电控悬架系统解决方案.....	150
图 233:	2017 年-2022 年 1-5 月我国新能源车销量价格分布带构成	151
图 234:	2021 年至今我国周度新能源乘用车渗透率	151
图 235:	2025E 我国新能源车所对应空悬市场规模 (亿元)	152
图 236:	2026E 全球空悬市场规模 (亿美元)	152
图 237:	传统燃油车热管理系统单车价值量 2000 元左右	153
图 238:	新能源汽车热管理单车价值量明显提升.....	153
图 239:	热管理系统中的空调回路、电池热管理回路、电机电控冷却回路.....	153
图 240:	2022 年 10 月新能源汽车批发渗透率已达 30.4%.....	156
图 241:	纯电动车型与插电混动车型比例为 3: 1.....	156
图 242:	新能源汽车热管理集成部件.....	158
图 243:	新能源汽车热管理零部件.....	158
图 244:	汽车空调 HVAC 模块全球市场格局.....	159
图 245:	汽车空调 HVAC 模块国内市场格局.....	159
图 246:	日本电装汽车热管理典型零部件.....	159
图 247:	汽车热管理前端冷却模块.....	160
图 248:	三花智控主要产品在汽车中的应用.....	161
图 249:	2021 年三花智控汽零业务板块同比增长 94%.....	162
图 250:	拓普集团热管理系统主要产品.....	162
图 251:	2021 年拓普集团热管理营业收入占总营收 11%.....	163
图 252:	银轮股份新能源汽车产品系列.....	163
图 253:	银轮股份 80%营业收入来源于热交换器.....	164
图 254:	银轮股份乘用车业务营收占比逐年提升.....	164
图 255:	盾安环境主要产品.....	164
图 256:	盾安环境扭转业务营收, 实现业绩向上.....	165
图 257:	奥特佳主要产品: 汽车空调压缩机.....	165
图 258:	奥特佳 2021 年汽车空调压缩机业务全球市场份额为 10%.....	166
图 259:	奥特佳 2021 年汽车空调压缩机业务国内市场份额为 29%.....	166
图 260:	汽车热管理冷媒回路管道.....	166
图 261:	腾龙股份 2021 年业务总营收同比增长 24.5%.....	167
图 262:	第一代热管理系统: 电池空冷或液冷、PTC 制热、电机电控液冷, 且相互独立.....	167
图 263:	第二代热管理系统: 小鹏 P7 采用电机电控余热循环利用热管理方案.....	168
图 264:	PTC 风暖加热器	168
图 265:	PTC 水暖加热器	168
图 266:	第三代热管理系统: 特斯拉 model Y 余热回收与集成化热泵.....	169
图 267:	特斯拉 model Y 八通阀实现电池、电机电控、Chiller 冷却、水冷冷凝器制热的最优配置.....	169
图 268:	第三代热管理系统: 比亚迪海豚电池直冷及热泵集成化设计.....	170

图 269:	特斯拉 model Y 冷媒侧集成基板	171
图 270:	特斯拉 model Y 水媒侧集成基板	171
图 271:	比亚迪集成化冷媒侧阀岛	171
图 272:	三花智控汽车热管理集成模块设计	172
图 273:	热泵系统相比 PTC 加热可实现 3 倍热效率	172
图 274:	余热回收一体化热泵	172
图 275:	三花智控汽车热管理热力膨胀阀和电子膨胀阀	174
图 276:	针型电子膨胀阀内部结构	174
图 277:	针型电子膨胀阀通过控制阀针上下运动控制流量	174
图 278:	汽车电子电气线束	176
图 279:	典型 ECU 模块, 由 PCB 板, 接插件以及保护外壳组成	176
图 280:	特斯拉 Model3/Y 连接游戏手柄后进行车内游戏	176
图 281:	2021 年各月 OTA 次数情况	177
图 282:	新势力领跑 OTA 次数, 传统品牌后来居上	177
图 283:	电子电气架构演进路线	178
图 284:	五大域控分类	178
图 285:	华为三大域整合 CC 架构方案	178
图 286:	2021 年用户对智能座舱配置需求	180
图 287:	域控制器架构拆解	182
图 288:	骁龙 8155 架构	184
图 289:	高通骁龙 8295	185
图 290:	集度 ROBO-01 概念车	185
图 291:	智能驾驶算力演进	186
图 292:	搭载 4*Orin 芯片的蔚来新一代 Adam	186
图 293:	蔚来 Adam 性能数据	186
图 294:	英伟达 Hyperion 平台	187
图 295:	华为昇腾 AI 芯片与鲲鹏 CPU 芯片组成 MDC 的 SoC	188
图 296:	Mobileye EyeQ6H 架构	189
图 297:	德州仪器 TDA4VM ECO	189
图 298:	地平线征程系列算力演进	190
图 299:	黑芝麻华山二号 A1000 系统框图	191
图 300:	德赛西威 2018-2021 年历年营收	192
图 301:	德赛西威 2021 年公司主要业务营收 (亿元) 及占比	192
图 302:	德赛西威智能座舱理念	192
图 303:	中科创达 2018-2021 年历年营收	193
图 304:	中科创达商品销售及其他业务营收占比增加	193
图 305:	中科创达 E-Cockpit	194
图 306:	经纬恒润 2021 业务营收占比	195
图 307:	经纬恒润部分客户	195
图 308:	东软集团 2018-2021 年历年营收	195
图 309:	东软集团四大业务营收占比	195
图 310:	东软睿驰通用域控制器	196
图 311:	东软集团通用域控制器	196
图 312:	汽车线束是汽车的血管与神经	197
图 313:	连接器 (左) 与端子 (右)	197

图 314:	各类线束在汽车上使用情况.....	197
图 315:	常用包裹材料类型.....	199
图 316:	包裹材料使用场景.....	199
图 317:	连接器爆炸图.....	200
图 318:	公连接器与母连接器结构.....	201
图 319:	直接材料费用占成本比重最高.....	201
图 320:	汽车线束流水线.....	201
图 321:	各线束原材料占采购总额比例.....	202
图 322:	铜材料成本为线缆成本构成主力.....	202
图 323:	汽车线束行业上下游关联性.....	202
图 324:	2021 全球汽车线束企业市场份额.....	203
图 325:	中国新能源连接器市场预测.....	204
图 326:	2013-2022 年新能源汽车销量及增长率.....	206
图 327:	特斯拉 V3 超级充电桩仅能在初始阶段达到最大功率.....	207
图 328:	特斯拉 V2/V3 快充速率曲线.....	207
图 329:	电子电气架构演进路线.....	208
图 330:	2021 年用户对智能座舱配置需求.....	209
图 331:	路特斯 ELETRE 装备的电子外后视镜.....	209
图 332:	汽车各类总线及应用.....	209
图 333:	铝与铜原材料价格走势.....	210
图 334:	沪光股份全球布局.....	211
图 335:	沪光股份主要客户.....	211
图 336:	沪光股份主要线束产品.....	212
图 337:	沪光股份三大主要产品收入情况.....	212
图 338:	沪光股份营收稳步提升.....	212
图 339:	沪光股份归母净利润短期承压.....	212
图 340:	徕木股份四大业务收入情况.....	213
图 341:	徕木股份连接器历年销售量.....	213
图 342:	徕木股份营收增速持连续三年增长.....	214
图 343:	徕木归母净利润稳步提升.....	214
图 344:	汽车制动系统分类.....	215
图 345:	传统刹车系统主要零部件.....	215
图 346:	线控制动系统主要零部件 (EHB).....	215
图 347:	One-box 方案集成 iBooster 和 ESP.....	217
图 348:	2022 年 1-5 月份 One-box 市场占比为 34.6%.....	217
图 349:	传统真空助力器.....	218
图 350:	伯特利一体式线控制动系统 (WCBS/One-box).....	218
图 351:	2022 年 1-5 月份国内乘用车线控制动装配率达 13.7%.....	218
图 352:	2022 年 1-5 月博世在国内线控制动市场的份额为 89.4%.....	218
图 353:	公司主要产品举例.....	219
图 354:	机械驻车制动系统.....	220
图 355:	公司电子驻车制动产品.....	220
图 356:	2021 年全球 EPB 市场占有率格局.....	221
图 357:	2021 年伯特利占 EPB 市场份额为 8.3%.....	221
图 358:	公司 EPB 系列丰富, 产品矩阵完善.....	221

图 359:	2021 年公司电控制动产品销量同比增长 57.2%.....	222
图 360:	2021 年公司电控制动业务营收同比增长 65%.....	222
图 361:	HUD 技术原理.....	224
图 362:	中国 2020-2025 年乘用车 HUD 市场规模 (亿元).....	224
图 363:	理想 L9 推出的 W-HUD 产品.....	225
图 364:	HUD 光学测距示意图.....	226
图 365:	HUD 产业链.....	227
图 366:	HUD 主流投影技术路线对比.....	228
图 367:	2017-2020 年按车型指导价 HUD 的渗透率情况.....	229
图 368:	国内主要 AR-HUD 车型量产计划.....	229
图 369:	2021 年中国 HUD 市场份额占比 (%).....	230
图 370:	2020-2022 年国内乘用车新车 HUD (分类型) 装配量月度走势 (辆).....	231
图 371:	HUD 技术全球专利申请量排名前二十申请人.....	232
图 372:	日本精机、日本电装、华阳、未来黑科技历年专利申请量.....	233
图 373:	华阳集团发展历程.....	234
图 374:	华阳集团股权结构(截至 2022 年三季度).....	236
图 375:	公司收入构成 (亿元).....	237
图 376:	公司汽车电子产品在汽车的应用场景示意图.....	237
图 377:	公司精密压铸产品在汽车的应用领域示意图.....	238
图 378:	双焦面 HUD 设计要求示意图.....	238
图 379:	斜投影原理示意图.....	239
图 380:	双焦面 HUD 结构示意图.....	239
图 381:	华阳集团营业收入 (亿元).....	240
图 382:	华阳集团归母净利润 (亿元).....	240
图 383:	华阳集团扣非后归母净利润 (亿元).....	240
图 384:	华阳集团毛利率和净利率 (%).....	240
图 385:	华阳集团销售费用 (亿元).....	241
图 386:	华阳集团管理费用 (亿元).....	241
图 387:	华阳集团财务费用 (亿元).....	241
图 388:	华阳集团研发费用 (亿元).....	241
图 389:	新能源汽车核心零部件.....	242
图 390:	车载充电机 (OBC) 外观示意图.....	242
图 391:	DC/DC 变换器外观示意图.....	243
图 392:	高压配电箱 (PDU) 外观示意图.....	243
图 393:	新能源汽车充电方式示意图.....	244
图 394:	2022 年新能源乘用车 OBC 装机量企业分布.....	245
图 395:	车载 DC/DC 变换器工作原理示意图.....	246
图 396:	车载 DC/DC 变换器控制原理示意图.....	246
图 397:	2021 年企业 DC/DC 变换器出货量对比.....	247
图 398:	PDU 功能示意图.....	247
图 399:	欣锐科技、富特科技集成产品营收占比.....	251
图 400:	威迈斯集成产品收入占比.....	251
图 401:	双向 OBC 应用场景.....	251
图 402:	2022H1 欣锐科技营收分布.....	253
图 403:	2020-2022H1 欣锐科技主营产品营收.....	253

图 404:	2019-2021 年威迈斯产品营收占比.....	253
图 405:	2019-2021 年威迈斯产品出货量	253
图 406:	2021 年英搏尔营收分布.....	254
图 407:	2022H1 富特科技销量.....	255
图 408:	22H1 富特科技三合一产品占比 58%.....	255
表 1:	全球前二十大铜矿产能合计占比达 36.7%.....	38
表 2:	全球前二十大冶炼厂产能合计占比达 37.3%.....	39
表 3:	全球前二十大精炼厂产能合计占比达 39.7%.....	41
表 4:	全球多家头部矿企 2022 年前三季度产量下滑 (单位: 千吨)	44
表 5:	光伏产业铜需求量预测.....	46
表 6:	新能源车产业铜需求量预测.....	47
表 7:	风电领域铜需求量预测.....	47
表 8:	2018~2025 年供需平衡表 (单位: 万吨)	48
表 9:	以钕铁硼为代表的高性能稀土永磁持续获得国家政策支持.....	55
表 10:	以钕铁硼为代表的高性能稀土永磁持续获得国家政策支持.....	56
表 11:	常见锂电池正极材料性能对比, 三元材料具备比容量、电压、能量密度优势.....	63
表 12:	不同型号三元正极材料性能对比, 高镍型号能量密度高于低镍型号	65
表 13:	头部前驱体公司产能高速增长.....	70
表 14:	三元前驱体企业 2022 年重大销售合同一览表.....	70
表 15:	全球原生镍供需平衡表.....	71
表 16:	不同型号三元前驱体材料单耗及成本测算, 高镍产品镍原材料成本占比提升	73
表 17:	硫酸镍生产路径对比.....	74
表 18:	前驱体龙头公司向镍钴资源端布局.....	74
表 19:	钠离子电池材料端的技术突破.....	78
表 20:	三种正极材料路线共存, 以聚阴离子型化合物性能最优.....	79
表 21:	政策端迅速推动, 钠离子储能技术试点示范启动.....	82
表 22:	锂离子电池电芯成本估算: 以磷酸铁锂电池为例 (0.58 元/Wh)	85
表 23:	测算不同时期的钠离子电池电芯成本: 规模化效应下有望达到近 30% 的降本效应	85
表 24:	当前主要行业使用要求及驱动因素.....	86
表 25:	钠离子电池相对于铅酸电池实现全面优化.....	88
表 26:	不同储能应用场景对于储能产品性能要求 (电力、通信、户用场景更为适用)	91
表 27:	电化学储能系统参数.....	91
表 28:	预计 2025 年钠离子电池需求总量可以达到 88GWh, 2030 年钠离子电池需求可以达到 378GWh.....	93
表 29:	正极材料产业发展进度.....	96
表 30:	负极材料产业化进度.....	97
表 31:	电解液产业化进度.....	97
表 32:	钒液流电池各环节成本对比.....	102
表 33:	汽车销量预测表 (万辆, %)	107
表 34:	华为三种合作模式.....	115
表 35:	搭载华为零部件的主要车企及车型.....	115
表 36:	不同车身重量和造价比较.....	133
表 37:	一体压铸单车价值量 (目前已验证可行技术路径)	133

表 38:	单车用铝量和能耗指标.....	134
表 39:	一体压铸用免热处理合金市场空间测算.....	134
表 40:	各企业在超大型压铸机的布局.....	136
表 41:	部分搭载空气悬架的代表车型起售价对比.....	145
表 42:	中鼎股份空悬产品获项目定点书汇总.....	149
表 43:	热管理系统各零部件单车价值拆分(单位:元).....	154
表 44:	CO ₂ 冷媒系统将成为汽车热管理的终极目标.....	155
表 45:	2025 年国内新能源乘用车市场空间有望达到 757 亿元.....	157
表 46:	各公司在新能源汽车热管理系统行业产品布局.....	158
表 47:	国内热管理行业主要标的及对应产品.....	161
表 48:	2022 年 1-10 月份热泵系统在纯电动乘用车中渗透率已达 33%.....	173
表 49:	三花智控和盾安环境电子膨胀阀技术参数对比.....	175
表 50:	三花智控和盾安环境电子膨胀阀特点对比.....	175
表 51:	四种主流总线技术对比.....	177
表 52:	本土强自研能力车企的电子电气架构落地情况.....	179
表 53:	汽车驾驶自动化分级.....	181
表 54:	当前主流搭载高通骁龙 8155 车型整理.....	184
表 55:	汽车线缆主要类型及特点.....	199
表 56:	汽车线束行业壁垒.....	203
表 57:	传统车用线束与新能源车用线束价格对比.....	204
表 58:	高压线束线缆特点.....	207
表 59:	连接器可靠性要求.....	208
表 60:	常用车内总线特性对比.....	210
表 61:	传统制动系统、EHB、EMB 优缺点对比.....	216
表 62:	One-box 和 Two-box 方案特点对比.....	217
表 63:	伯特利 WCBS 产品优势.....	223
表 64:	HUD 细分产品.....	225
表 65:	华阳集团部分高管履历.....	235
表 66:	华阳集团主要控股公司.....	236
表 67:	小三电单车价值量.....	243
表 68:	交流、直流充电对比.....	244
表 69:	OBC 市场空间.....	245
表 70:	PDU 市场空间.....	248
表 71:	高压快充成为主要趋势.....	249
表 72:	高压快充五种方案.....	250
表 73:	小三电企业.....	252
表 74:	英搏尔配套客户及应用车型.....	254
表 75:	2022H1 富特科技前五大客户.....	255

金属篇

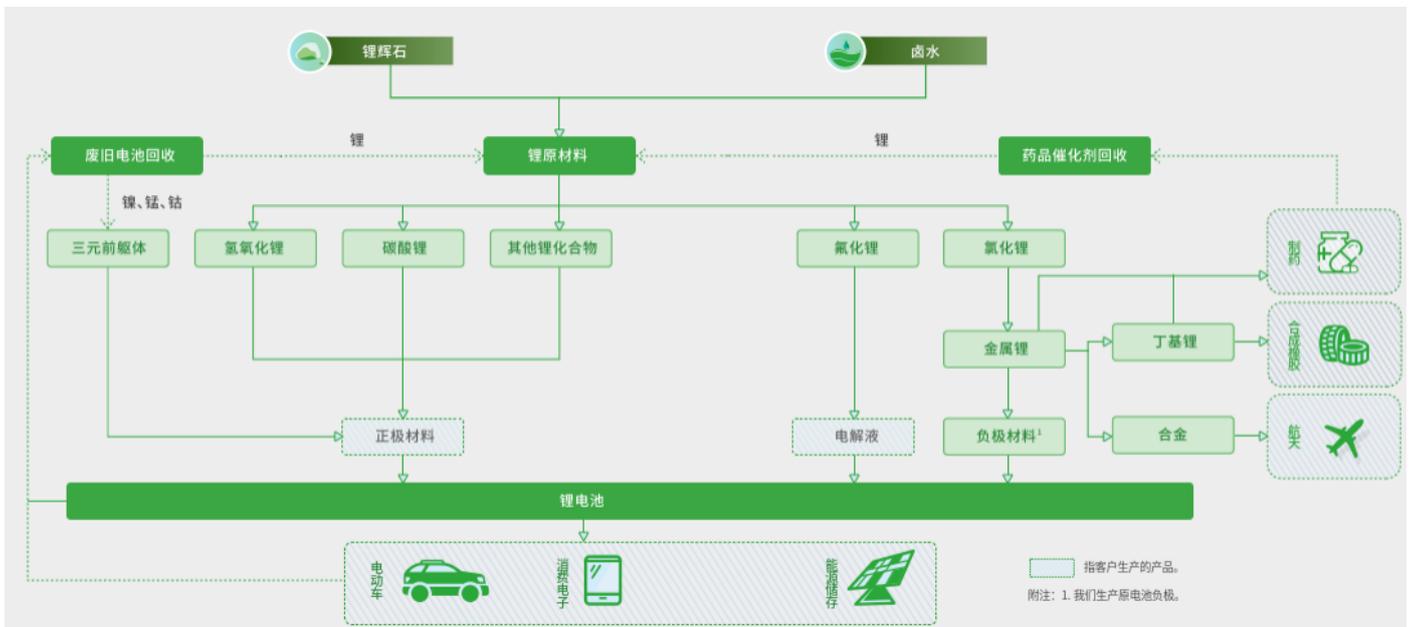
1 锂：2023 年供给增量全面排查

1.1 锂：能源转型必不可少的金属品种

锂是一种质软，银白色的碱金属，具有标准电极电势最低、电化学当量最大的特性，是最理想的“电池金属”，被誉为“未来的白色石油”。同时作为元素周期表中第一位金属元素，锂是最轻的金属，也是最轻的固体元素。被广泛用于陶瓷和玻璃、电池制造、润滑脂、冶金、空气净化等领域。

锂产业链可分为：上游资源开发、中游锂盐深加工及金属锂冶炼、下游终端应用。其中上游资源开采可分为三大来源：盐湖提锂、矿石提锂、废旧电池和催化剂等回收所获锂；中游环节则以碳酸锂、氢氧化锂两大用于电池正极材料生产的锂盐产品为主；下游环节则与消费电子、新能源车及储能这三大锂电池应用领域密切相关。

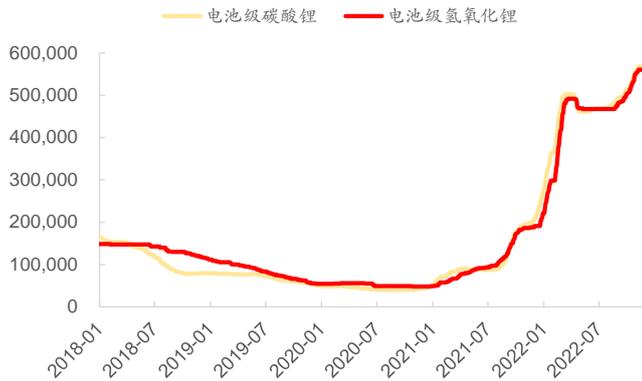
图1： 锂资源产业链



资料来源：赣锋锂业 2021 年报，浙商证券研究所

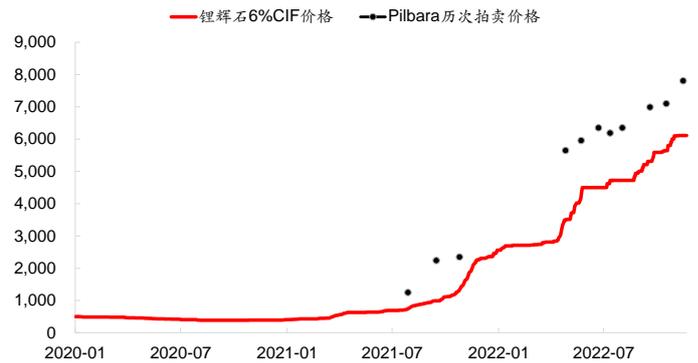
锂价格：经历两年触底，2020 年供给出清后，开始狂飙之旅。2017Q4，国内新能源车迎来抢装潮，推动碳酸锂价格上行，最高触摸到 16.8 万元/吨，相较 2013 年的历史底部价格 3.7 万元/吨，增长了 3.5 倍；抢装潮之后，国内新能源车产销放缓，叠加供给端 2018Q2 开始,Bald Hill、Pilgangoora、Altura 等西澳矿山相继投产，碳酸锂供给过剩、价格下跌；2020 年新冠疫情爆发、需求遇冷，碳酸锂价格跌至阶段性底部的 4 万元/吨。在 2020H2，锂盐开始进入本轮上涨周期，受下游动力电池装机及储能电池需求旺盛、上游高成本锂资源供给出清，锂盐价格的持续攀升。进入 2022 年，供给端并没有在高锂价刺激下如期释放，而需求持续高速增长，推动电池级碳酸锂价格向上触摸 60 万元，年内涨幅超 100%。

图2: 锂盐产品价格(元/吨)



资料来源: SMM, 浙商证券研究所

图3: 锂精矿进口价格(美元/吨)

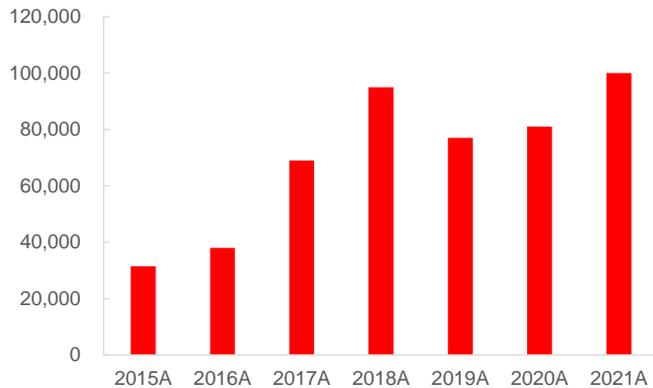


资料来源: USGS, 浙商证券研究所

1.2 锂资源: 资源端较为集中, 供给受澳洲影响较大

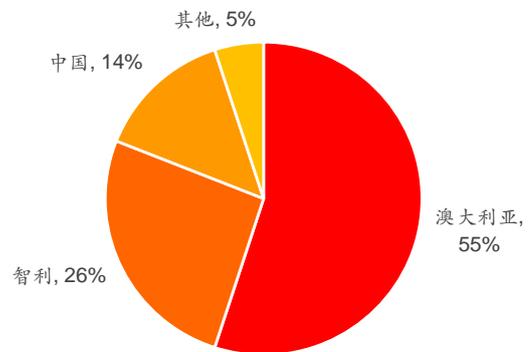
产量分布非常集中, 澳洲占主导地位。据 USGS 统计, 全球锂资源产量由 2015 年 3.15 万锂金属吨增长至 2021 年 10 万锂金属吨。分国别来看: 澳大利亚贡献超一半的锂产量, 达到 55% 占比, 占据全球锂供应主导地位。智利以其成熟的盐湖提锂产业, 贡献 26% 产量, 中国则贡献 14%, 全球锂资源供应非常集中。

图4: 全球锂资源产量(吨锂金属)



资料来源: USGS, 浙商证券研究所

图5: 2021年全球锂资源主要国家产量占比



资料来源: USGS, 浙商证券研究所

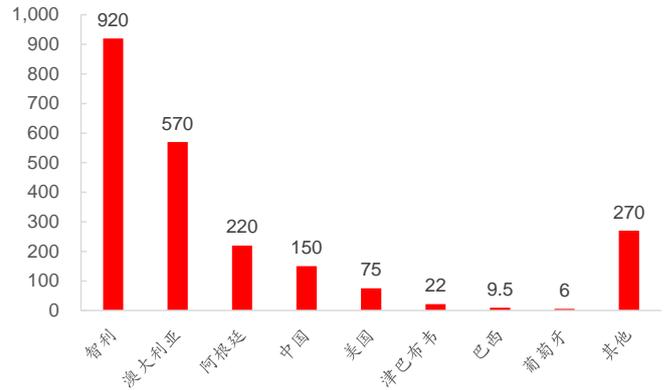
资源端集中于智利、澳大利亚、阿根廷和中国。2021 年全球锂资源量约 8900 万锂金属吨, 以卤水型和伟晶岩型(锂辉石、锂云母、透锂长石等)的锂矿为主体, 卤水锂矿资源主要分布在南美智利、阿根廷、玻利维亚的“锂三角”高原地区和美国西部及中国西部等干燥地区。世界上的岩石锂矿资源主要分布在澳大利亚、中国、津巴布韦、葡萄牙、巴西、加拿大、俄罗斯等国。

图6: 锂矿床主要类型

矿床	类型	典型矿床品位	典型矿床
岩石矿床	花岗伟晶岩	1.5% ~ 4% Li ₂ O	澳大利亚 Greebushes, 中国甲基卡, 津巴布韦 Bikita
	黏土型	0.4% Li ₂ O	墨西哥 Sonora, 美国 Kings Valley
	湖相沉积型	1.5% Li ₂ O	塞尔维亚 Jadar
卤水矿床	大陆盐湖型	0.04% ~ 0.15% Li	智利 Atacama 玻利维亚 Uyuni, 阿根廷 Hombre Muerto, 中国察尔汗
	地热卤水型	0.01% ~ 0.035% Li	美国 Salton sea
	气田卤水型	0.01% ~ 0.05% Li	美国 Smackover

资料来源:《全球锂矿资源现状及发展趋势》, 杨卉芃等; 浙商证券研究所

图7: 2021 年全球锂资源量分布 (万锂金属吨)

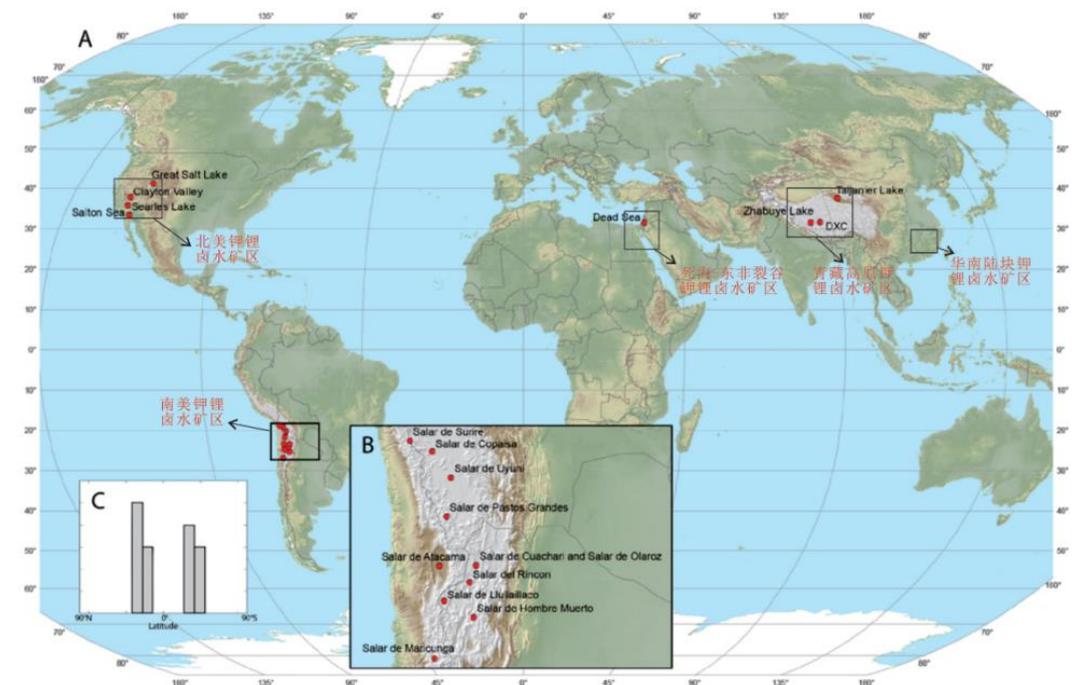


资料来源: USGS, 浙商证券研究所

1.2.1 盐湖卤水: 集中于三大高原地区, 占据全球 65% 锂资源储量

全球 65% 锂资源储量为盐湖卤水, 分布于三大高原地区。据 USGS2020 年预计, 全球锂资源储量中 65% 为盐湖卤水, 并且主要分布于世界三大高原, 即南美西部安第斯高原、北美西部高原以及中国青藏高原, 形成三大高原卤水型锂矿床的成矿区。

图8: 世界主要卤水锂矿分布区



资料来源:《世界盐湖卤水型锂矿特征、分布规律与成矿动力模型》, 刘成林等; 浙商证券研究所

卤水资源丰富, 但开发难度较大。盐湖卤水锂资源丰富, 但目前受限于: 1) 地理及基建条件: 盐湖多形成于高海拔地区, 南美盐湖多处于 3700 米、北美盐湖多处于 1500-2200 米、青海盐湖则处于 2600、4500 米两大海拔范围。周围通常基础设施落后, 施工、运营环

境较为艰难，对生态保护要求高。2) **提锂技术**：全球富锂盐湖生产主要采用沉淀法，需要较大资本开支、较长建设及爬坡周期。3) **不同盐湖差距大**：由于不同盐湖卤水间化学组分有较大差异，往往需要根据每一座盐湖的特性去制定适合的工艺，并且后端还需较长时间的调试工作，加大了盐湖开发的难度。

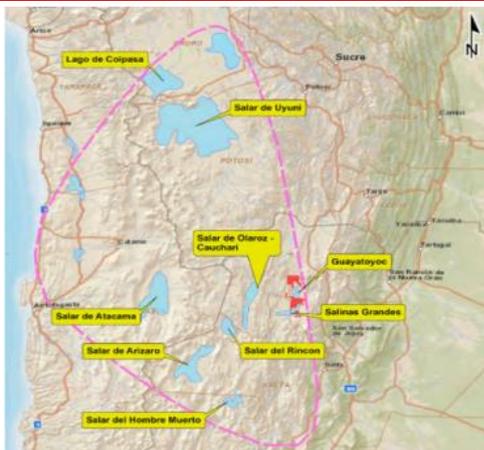
由于上述主要原因，全球锂资源供给仍以岩石型锂矿为主。我们认为在未来锂资源前景明确、提锂技术不断突破及高锂价的刺激下，全球盐湖卤水开发节奏将得到加强。将逐步形成大规模、低成本的锂资源，成为重要锂资源供应来源。

一、南美盐湖卤水：降水少，蒸发量大，镁/锂比低，天然锂资源产区

南美洲安第斯高原富锂盐湖群主要分布在“锂三角”智利、阿根廷和玻利维亚交界的沙漠中，气候极为干燥，日照充足，降雨量少，蒸发量大，在 $100 \times 10^4 \text{km}^2$ 的范围内发育有 100 多个盐湖。这些盐湖锂离子含量普遍较高，原始卤水中锂离子含量最高可达到 $4,000 \text{mg/L}$ ，镁/锂比值普遍很低。

其中 1) **玻利维亚盐湖**在锂三角中呈现：锂储量最大，但锂浓度偏低，镁锂比较高，同时降雨和蒸发量较低，因此生产成本偏高，周期长，产品杂质较多。2) **智利盐湖**则在三者中拥有最高的锂含量，降雨量和蒸发量也位居第一，因此生产周期短，产量大，税前生产成本最低。但智利的产品杂质含量仍略高于阿根廷，并且智利需要征收高额税率，因此整体成本有所提高。3) **阿根廷盐湖**拥有最低的镁锂比，产品品质好，降雨量和蒸发量虽不及智利，但比玻利维亚高很多，仍能以较快速度生产。并且阿根廷矿产税率较低，可以弥补生产成本略高的不足。

图9： 南美锂三角地区卤水锂矿床分布



资料来源：2018 Investor Presentation Dajin，浙商证券研究所

图10： 南美锂三角重要盐湖卤水型锂矿床的基础数据

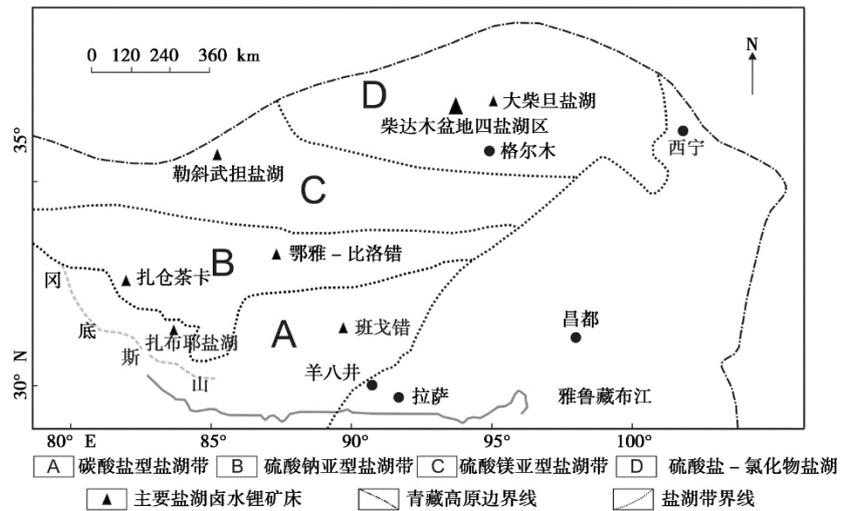
盐湖	所在国家	降雨量 ($\text{mm} \cdot \text{a}^{-1}$)	蒸发量 ($\text{mm} \cdot \text{a}^{-1}$)	锂含量 ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	Mg/Li	锂储量 (10^4t)
乌尤尼 Uyuni	玻利维亚	100	1,700	321	8.4	550
阿塔卡玛 Atacama	智利	30	3,833	1,500	6.4	450
霍姆布雷托 Hombre Muerto	阿根廷	20	2,300	521	1.4	220
里肯 Rincon	阿根廷	20	3,000	397	8.6	48
奥拉罗兹 Cauchari-Olaroz	阿根廷	<100	2,500	796	2.8	60.5

资料来源：《全球盐湖卤水锂矿床的分布特征及其控制因素》，高春亮等。浙商证券研究所

二、中国青藏高原盐湖卤水：占我国锂资源储量 70%，但开发程度仍较低，未来可期

中国盐湖资源主要分布在西藏中北部、青海柴达木盆地，2014 年时，西藏盐湖的氯化锂储量就达到 650 万吨，柴达木盆地氯化锂储量达到 1678 万吨。青藏高原盐湖卤水锂矿呈现从北（柴达木盆地）至南（西藏），锂含量逐渐增大，镁/锂比逐渐降低的特征。

图11: 青藏高原主要盐湖卤水锂资源分布图



资料来源:《全球盐湖卤水锂矿床的分布特征及其控制因素》,高春亮等。浙商证券研究所

以资源禀赋来说,扎布耶盐湖是世界第三大、亚洲第一大锂矿盐湖,已探明锂储量184.10万吨,该盐湖锂品位高(位居世界第二),卤水已接近或达到碳酸锂的饱和点,易形成天然碳酸锂沉积。除扎布耶盐湖以外,东台吉乃尔盐湖、西台吉乃尔盐湖以及一里坪盐湖等的锂含量均高于世界平均品位。

图12: 青藏高原主要盐湖卤水锂资源情况

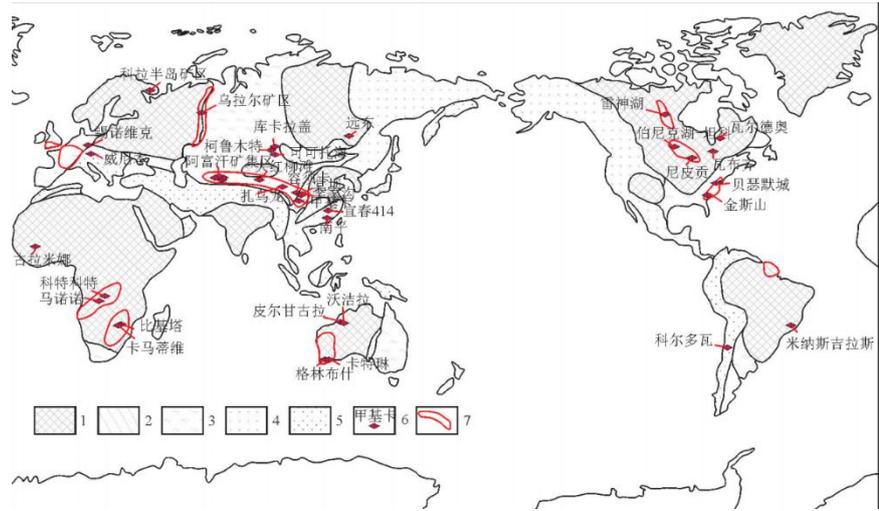
盐湖	所在地区	降雨量 (mm*a ⁻¹)	蒸发量 (mm*a ⁻¹)	锂含量 (mg*L ⁻¹)	Mg/Li	锂储量 (10 ⁴ t)
扎布耶	西藏	196	2,269	632	0.01	153
扎仓茶卡	西藏	120	2,200	807	10.3	2.8
班戈错	西藏	308	2,239	247	0.04	3.1
当雄错	西藏	151	2,302	211	0.22	17
麻米错	西藏	128	2,342	91	4.11	39.5
别勒滩	青海	30	3,000	191	0.06	126.7
东台吉乃尔	青海	18	3,102	300	40.32	46.6
西台吉乃尔	青海	18	2,506	220	65.57	50.4
一里坪	青海	25	3,500	210	92.3	29.2
大柴旦	青海	80	1,800	127	65	6.3
勒斜武担	青海	202	1,500	171	12800	5.9
西金乌兰	青海	425	1,500	101	24600	16.5

资料来源:《全球盐湖卤水锂矿床的分布特征及其控制因素》,高春亮等。浙商证券研究所

1.2.2 硬岩型: 资源量不及盐湖卤水, 贡献全球一半以上产量

硬岩型锂矿资源以锂辉石、锂云母、透锂长石、锂蒙脱石、贾达尔石和磷铝锂石等为主,资源量占据全球26%,主要分布于澳大利亚、加拿大、芬兰、中国、津巴布韦、美国、巴西、南非和刚果(金)等国。产量却占据全球50%以上,是主要的锂资源矿产来源。根据SMM测算,全球在产锂辉石矿山锂精矿总产能约269.5万吨,其中澳洲锂矿产能共计239万吨,占比88.7%,澳洲仍为全球锂辉石精矿供应主力国家。

图13: 全球主要锂辉石矿分布

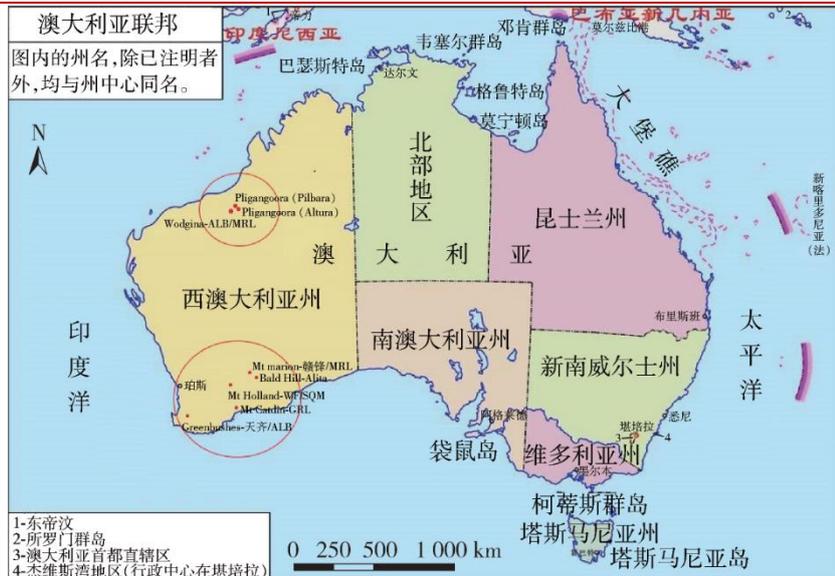


资料来源:《试论国内外大型超大型锂辉石矿床的特殊性与找矿方向》,王登红等,浙商证券研究所

一、澳大利亚锂辉石: 产量占全球比重超 50%, 对全球供给影响最大

澳洲是全球锂辉石最重要的原材料供应地, 约占全球矿石锂产量的 85%。澳洲锂矿产区分布较为集中, 均位于西澳大利亚南部和西北部。西北部片区有 Wodgina 锂矿、Pligangoora 两座锂矿山, 均毗邻 95 号公路, 可直达黑德兰港口, 距离约 120km, 交通便利, 其他水电等配套设施完善。南部则有 Greenbushes、Mt Marion、Bald Hill、Mt Holland 和 Mt Cattlin 等几大在产矿山, 均分布在 1 号公路或 94 号公路附近, 可通过公路直达埃斯佩兰斯港或珀斯港, 交通比较便利, 其他配套的水电设施完善。

图14: 澳大利亚主要锂辉石矿山分布



资料来源:《澳大利亚锂矿山开发利用现状及对中国的启示》,程仁举等. 浙商证券研究所

二、中国锂辉石: 集中在四川地区, 开发程度较低

硬岩型锂资源占全国锂资源储量约 30%，其中锂辉石资源集中分布于四川和新疆地区。目前四川勘探、开发程度较高的锂辉石矿主要分布于两大矿区：甲基卡矿区和可尔因矿区。平均 Li₂O 品位可达 1.30%-1.42%，与澳洲主要锂辉石矿山品位接近。

目前四川地区共有六座拥有采矿权的矿山，分别为康定甲基卡、德扯弄巴、雅江措拉锂辉石矿、阿坝李家沟、马尔康党坝、业隆沟锂矿。据安泰科统计，2021 年，我国锂辉石精矿规划产能达 75 万吨，其中在产的仅有康定甲基卡和业隆沟锂矿，整体开发程度较低。

图 15: 我国川西锂辉石项目

矿山	所在地区	矿石资源量 (万吨)	Li ₂ O 品位 (%)	Li ₂ O 资源量 (万吨)	设计开采规模 (万吨)	精矿产能 (万吨)	企业
甲基卡134#	四川省甘孜州	2899.5	1.42%	41.2	105	18.94	融达锂业
李家沟	四川省阿坝州	3881.2	1.30%	51.2	105	18	德鑫矿业
业隆沟	四川省阿坝州	857.9	1.29%	11.2	40.5	7.5	奥依诺矿业
马尔康党坝	四川省马尔康县	4919	1.33%	66.1	85	/	鑫鑫矿业
新三号脉	四川省雅江县	/	1.50%	64.3	/	/	盛合锂业
木绒	四川省雅江县	3943.6	1.63%	64.3	/	/	启成矿业
德扯弄巴	四川省雅江县	2492.4	1.18%	29.3	100	30	斯诺威矿业
雅江措拉	四川省雅江县	1971.4	1.30%	25.6	120	/	盛合锂业

资料来源：各公司公告，安泰科，浙商证券研究所

三、锂云母：品位偏低、杂质偏多，行业景气刺激国内快速扩产

中国的锂云母资源主要分布在江西宜春、湖南正冲和尖峰岭、广西粟木等地。其中，以江西宜春宜春市锂云母资源丰富且增储空间较大，故宜春市享有“亚洲第一锂都”的美誉，宜春地区的铌钽伴生锂云母矿床也是亚洲储量最大的锂云母矿。

相较于锂辉石资源，锂云母品位较低，一般在 0.2%-0.4%，并且含有钾、铝、硅、氟等杂质较多，过去常被用于低端的玻璃陶瓷工业生产原料。随着锂云母提锂技术的不断突破，目前已经能够实现规模化云母提锂生产。同时，提锂的成本也得到较大幅度下降，据永兴材料 2020 年报及 2021 半年报数据测算，其碳酸锂成本已降至 4 万元/吨，极具竞争力。

图 16: 江西地区主要锂云母矿

矿床名称 (元素种类)	规模/Li ₂ O 资源量 (万吨)	品位 (%)
江西广昌县头陂 (Li-Be-Nb-Ta)	小型/-	0.99
江西宁都河源 (Li-Nb-Ta)	中型/4.05	1.03
江西宜春市414 (Li-Nb-Ta-Rb-Cs)	超大型/71.53	0.40-0.78
江西宜丰大港 (Li-Nb-Ta-Sn)	大型/39.01	0.51
江西宜丰同安 (Li-Be-Nb-Ta-Rb-Cs)	大型/14.30	1.61
江西宜丰化山	大型/10.20	0.39
江西宜丰白水洞	中型/2.62	0.44
江西宜丰洞上 (Li-Be-Nb-Ta)	中型/1.60	-
江西横峰县松树岗 (Nb-Ta-Li)	超大型/60.38	0.20
江西横峰县黄山 (Nb-Ta-Li)	小型/-	-
江西奉新县东溪 (Li-Be-Nb-Ta-Rb-Cs)	大型/10.08	0.35
江西奉新县黄沙坪 (Li-Nb)	大型/16.92	0.47
江西石城姜坑里 (Rb-Li-Nb-Ta)	中型/1.37	0.30
江西石城海罗岭 (Rb-Nb-Ta-Li-Zr)	小型/0.26	0.12
江西赣县G812(牛岭坳) (HREE-Nb-Ta-Li)	小型/0.75	0.11
江西大余漂塘 (W-Li-Be-Nb-Ta-In-Se-Sc)	小型/0.10	-
江西于都上坪 (W-Li-Rb-Cs)	小型/0.47	3.17
江西安福钱山溜家 (Rb-Li-Cs-Nb-Ta)	大型/21.60	-

资料来源：《中国锂资源的主要类型、分布和开发利用现状:评述和展望》，王核等。浙商证券研究所

1.3 锂需求：新能源带来锂离子电池猛烈需求，储能或将接棒发力

性能优异，锂离子电池脱颖而出。得益于锂离子电池比能量高、无记忆效应、工作电压高（单体工作电压为 3.7V 或 3.2V，相当于 3 节镍镉或镍氢电池串联电压）、重量轻（相同体积重量仅为铅酸电池 1/5-1/6）、绿色环保和长寿命等优点，逐渐成为电化学二次电池的首选，广泛应用于消费电子、新能源车、储能等领域，也带动了对锂资源的需求量。

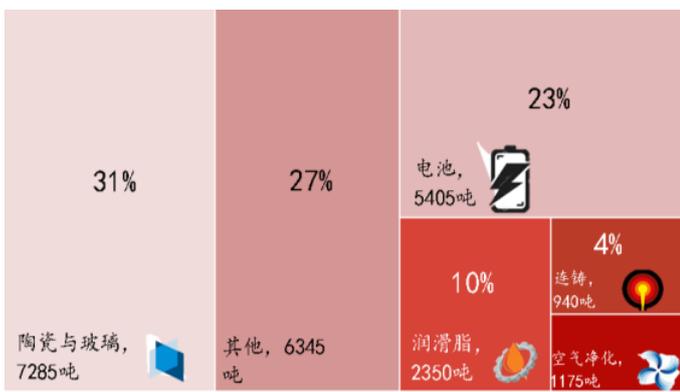
图17： 电化学二次电池性能对比

项目	铅酸电池	镍镉电池	镍氢电池	锂电池
商业化时间	1890	1956	1990	1991
工作电压	2v	1.2v	1.2v	3.3-3.7V
能量密度	40Wh/Kg	50Wh/Kg	60-80Wh/Kg	>150Wh/Kg
循环寿命	300次	1000次	500次	>1000次
自放电率	4-5%	20-30%	30-35%	<5%
记忆效应	无	有	有	无
环保	否	否	是	是
优点	技术成熟、价格低	快速充电、价格低、循环寿命长	快速充电、价格低、循环寿命长	快速充电、无记忆效应、能量密度大、循环寿命长
缺点	能量密度低、寿命短、体积大	能量密度低、有记忆效应、镉金属污染	能量密度低、有记忆效应、放电功率低	价格高、安全性一般

资料来源：锦缎研究院，浙商证券研究所

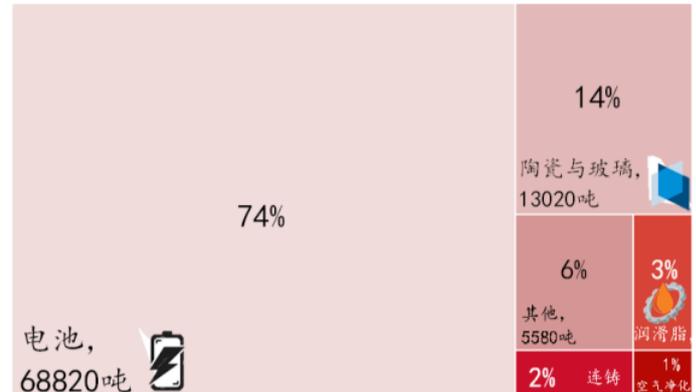
锂离子电池需求快速扩张带动下，锂金属消费量猛烈增长。2021 年锂金属消费总量达到 9.3 万锂金属吨，较 2010 年的 2.35 万吨涨幅达到 296%。其中，锂金属应用在电池板块的占比由原先的 23%扩大到 2021 年的 74%，使用量也从 2010 年的 5405 吨上升至 2021 年的 68820 吨，涨幅达到 1273%。

图18： 2010 年锂资源消费结构（吨锂金属量）



资料来源：USGS，浙商证券研究所

图19： 2021 年锂资源消费结构（吨锂金属量）

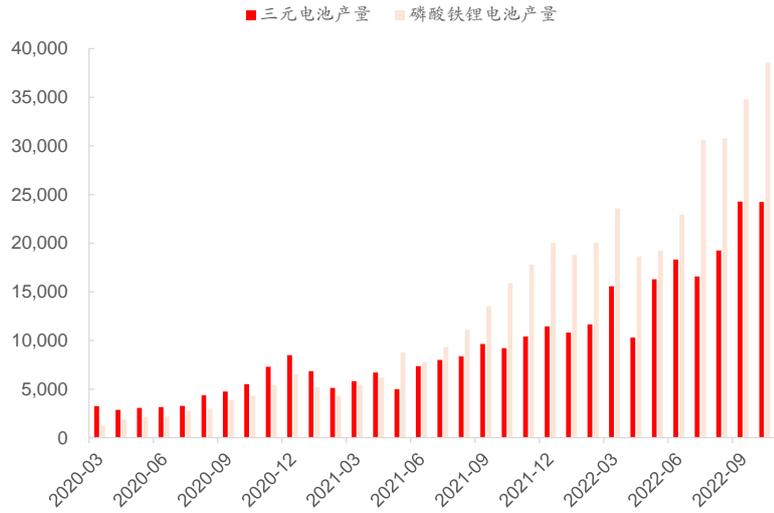


资料来源：USGS，浙商证券研究所

1.3.1 新能源车：技术突破叠加政策扶持，点燃锂价的第一把火

动力电池技术突破助推新能源车的销量爆发。随着 2020 年比亚迪刀片电池、宁德时代 CTP 技术的推出，磷酸铁锂电池包的能量密度得到较大提升，缩小了和三元电池包的差距，使动力电池得以在保证安全的同时带来续航里程的提升和成本的下降，助推了新能源车的销量爆发。

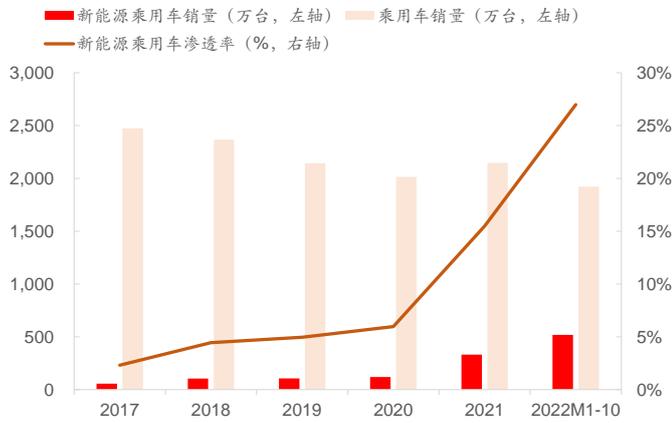
图20: 中国动力电池出货量 (单位: MWh)



资料来源: iFind, 浙商证券研究所

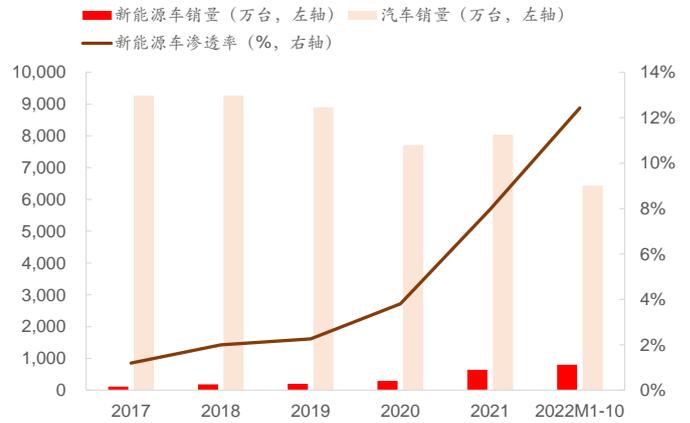
在电池技术突破及政策扶持下，中国新能乘用车销量大幅增长，渗透率逼近 30%。据中汽协数据，中国新能源乘用车销量自 2020 年以来连续三年呈现快速增长，由 120 万台增长至 22 年前 10 月的 518 万台，整体渗透率也由 5% 跃升至 27%。全球范围内，新能源车销量也呈现快速增长态势，2022 年前 10 月新能源车销量已达 800 万台，渗透率达到 12%。

图21: 中国乘用车销量及新能源乘用车渗透率



资料来源: 中汽协, 浙商证券研究所

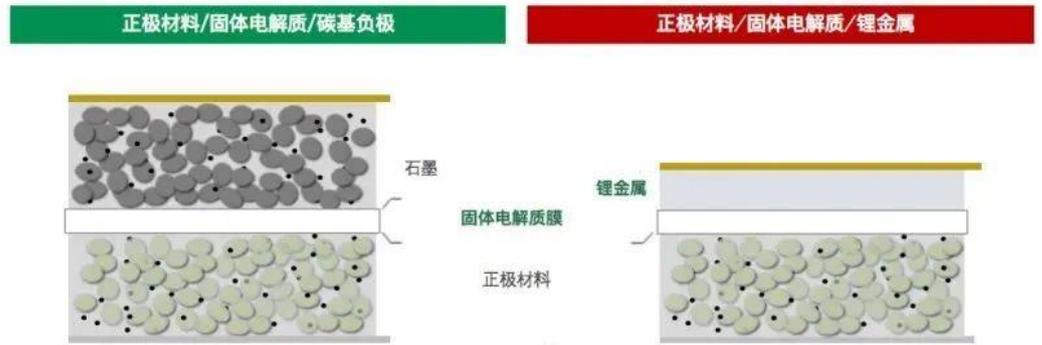
图22: 全球汽车销量及新能源车渗透率



资料来源: Marklines, 浙商证券研究所

固态电池产业的加速，将带来成倍的单位用锂量提升。当前磷酸铁锂电池能量密度偏低、低温性能较差；而三元锂电池虽然能量密度较高，但会有安全问题。由于材料体系的限制，当前液态电解质体系的电池无法突破自身缺点。而固态电池使用固体电解质替代传统锂离子电池的电解液及隔膜，在安全性、能量密度和使用环境上均有更高的上限。同时固态电池需使用金属锂作为负极，将使用锂量接近 2kg/kwh，是 811 三元电池的近一倍。

图23: 固态电池结构示意图



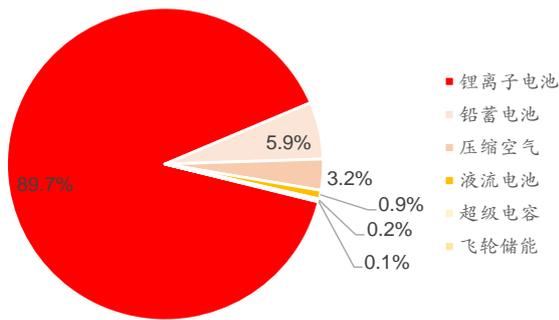
资料来源: 赣锋锂电, 浙商证券研究所

1.3.2 储能: 拉动锂资源需求增长的第二辆马车

在碳中和的大浪潮下, 世界各国纷纷开始加大对光伏、风电等可再生能源的建设力度, 新能源发电体系大规模接入后, 需要配套以储能设施来进行发电量与用电量的严格匹配, 以此形成在新能源高占比的电力系统的“生产-传输-储存-利用”的闭环。

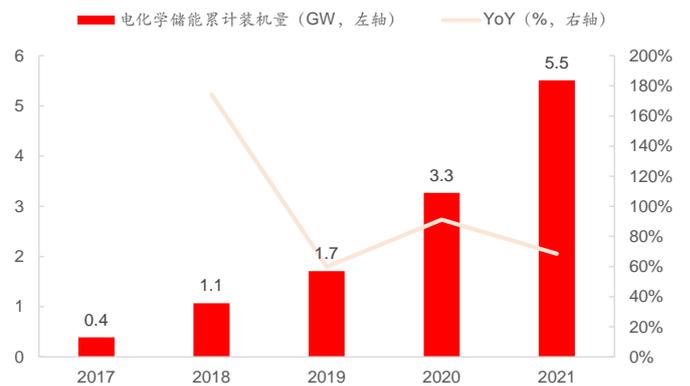
目前我国储能体系仍以抽水蓄能为主要方式, 2021年抽水蓄能占比达到86%, 新型储能占比约12.5%, 其中约90%为锂电池储能。在政策及行业需求的带动下, 我国电化学储能近几年得到大力发展, 2021年累计装机量达到5.5GW, 同比增长68%。

图24: 2021年我国新型储能装机占比



资料来源: 储能电站公众号, 浙商证券研究所

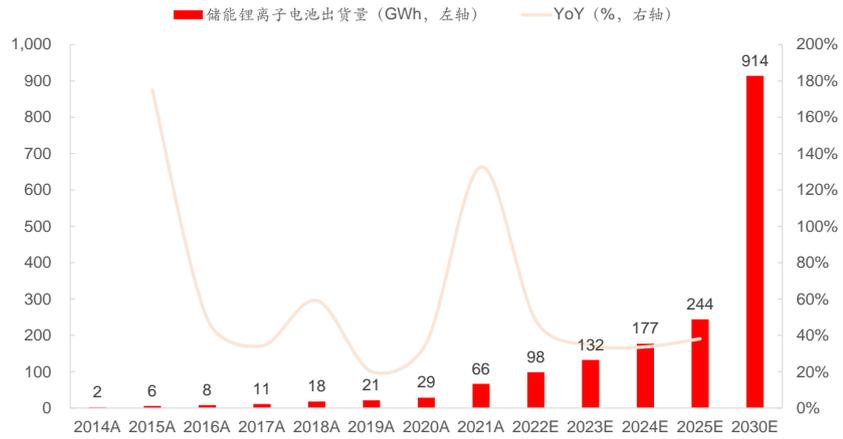
图25: 我国电化学储能累计装机量



资料来源: CNESA, 浙商证券研究所

据EVTank统计, 2021年全球储能锂离子电池总体出货量达到66.3GWh, 同增132%, 其中中国企业出货量达42.3GWh, 占全球出货量64%。从行业应用别来看, 电力系统依然是储能锂电池最大的应用市场, 2021年占比高达71%。根据EVTank预测, 全球储能锂离子电池出货量有望在2025年超240GWh, CAGR保持在35%以上, 2030年则有望达到913GWh。未来储能锂离子电池有望成为锂资源需求的第二增长极。

图26: 全球储能锂离子电池出货量



资料来源: EVTank, 浙商证券研究所

1.4 2023 新增供需平衡表: 上半年仍将维持供需紧张, 下半年或将迎来边际供给过剩

2022 年以来, 碳酸锂价格持续上涨, 根据亚洲金属网价格, 截止 11 月底, 电池级碳酸锂均价达到 57.75 万元/吨, 较年初上涨超 100%。原本预期下半年锂资源的供给增量也迟迟不见释放, 各大项目因为种种原因投产节奏往后推延, 加剧了锂资源的供需紧张态势。因此我们通过收集、梳理和对比全球 44 个主要锂资源项目扩产、投产、复产节奏, 把握 2023 年各季度资源端放量节奏。

2023 年全球锂资源端预计将释放 35.2 万吨新增产量, 澳大利亚将贡献最大增量。将全球 44 个主要锂资源项目进行梳理后, 其中 27 个项目将会在 2023 年有新增产量释放, 预计将会在 2023Q1-4 分别带来 5.7、6.6、10.0、12.9 万吨供给增量, 合计全年供给增量达到 35.2 万吨。

分国别来看, 当前锂产量占比超一半的澳大利亚将会保持高增长, 七大锂辉石项目全年增量达到 11.5 万吨; 中国江西云母、川西锂辉石、青海盐湖也将有 6.8 万吨新增产量释放; 阿根廷五大盐湖项目将提供 4.4 万吨增量; 南美洲的智利和巴西将分别有 1.8 万吨和 2.3 万吨增量; 非洲的津巴布韦和刚果(金)作为锂资源的后起之秀, 2023 年将提供 4.2、3.2 万吨增量; 北美洲仅 La Corne 项目复产贡献 1 万吨增量。

分资源种类来看, 锂辉石依旧是全球供给增量的主要来源, 2023 年预计将达到 24.2 万吨, 占比约 70%; 盐湖卤水资源的供给增量预计为 7.1 万吨, 锂云母预计为 3.9 万吨。

图27: 2023 年全球主要锂资源项目产量增长预期 (万吨 LCE)

项目名称	国家	资源种类	23Q1	23Q2	23Q3	23Q4	2023E
Cauchari-Olaroz	阿根廷	盐湖	0.0	0.5	0.8	1.0	2.3
Olaroz-Orocobre	阿根廷	盐湖	0.0	0.2	0.3	0.4	0.9
Hombre Muerto	阿根廷	盐湖	0.1	0.1	0.2	0.3	0.6
Mariana	阿根廷	盐湖	0.0	0.0	0.1	0.3	0.4
Sal de Vida	阿根廷	盐湖	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2
Wodgina	澳大利亚	锂辉石	1.0	1.0	0.7	0.6	3.3
Greenbushes	澳大利亚	锂辉石	1.6	0.7	0.0	0.3	2.6
Mt Marion	澳大利亚	锂辉石	0.6	0.3	0.5	0.3	1.7
Pilgangoora-PLS	澳大利亚	锂辉石	0.8	0.3	0.1	0.3	1.4
Finniss	澳大利亚	锂辉石	0.0	0.3	0.4	0.5	1.2
Mt Catlin	澳大利亚	锂辉石	-0.1	0.4	0.5	0.3	1.1
Mt. Holland	澳大利亚	锂辉石	0	0	0	0.3	0.3
Grota do Cirilo	巴西	锂辉石	0.2	0.3	0.6	0.9	2.0
Mibra	巴西	锂辉石	0.0	0.1	0.1	0.1	0.3
Manono	刚果(金)	锂辉石	0.0	0.0	1.3	1.9	3.2
La Corne (NAL)	加拿大	锂辉石	0.0	0.0	0.5	0.5	1.0
Arcadia	津巴布韦	锂辉石	0.0	0.2	1.0	1.2	2.4
Sabi Star	津巴布韦	锂辉石	0.0	0.2	0.4	0.6	1.2
Bikita	津巴布韦	锂辉石+透锂长石	0.3	0.3	0.1	0.0	0.6
Atacama-ALB	智利	盐湖	0.1	0.2	0.3	0.4	1.0
Acatama-SQM	智利	盐湖	0.4	0.4	0.0	0.0	0.8
视下窝矿区	中国	锂云母	0.0	0.5	1.0	1.5	3.0
李家沟	中国	锂辉石	0.3	0.5	0.6	0.3	1.7
化山瓷石矿	中国	锂云母	0.5	0.3	0.1	0.0	0.9
扎布耶	中国	盐湖	0.0	0.0	0.2	0.5	0.6
甲基卡	中国	锂辉石	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3
东台吉乃尔	中国	盐湖	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3
全球合计			5.7	6.6	10.0	12.9	35.2

资料来源: 各公司公告, 浙商证券研究所

注: 各项目各季度产量预测依据各企业公告等公开信息, 考虑到锂资源开发、运营受较多因素干扰, 我们认为真实供给数字会有所减少

我们对锂资源下游占比 74% 的锂离子电池领域三大赛道: 新能源车、储能、小动力电池, 2023 年需求增量进行测算。1) 新能源车: 若 2023 全球新能源车销速为 40%, 并以单车带电量 50kWh 测算, 新增动力电池需求量将会是 48、52、65、76GWh, 以磷酸铁锂和三元正极当前 6: 4 比例测算, 23Q1-4 将分别带来 3.1、3.3、4.1、4.8 万吨 LCE 需求增量; 2) 储能: 2022 年全球储能出货量预计 101GWh, 若假设 2023 年需求增速达到 100%, 则 23Q1-4 将分别带来 1.4、1.7、1.9、2.2 万吨 LCE 需求增量; 3) 小型电池: 以全年 15% 行业增速测算, 小型电池将给各季度带来 0.35 万吨 LCE 增量。

叠加全球中游三元正极与磷酸铁锂新增产能, 正常生产所需 2 个月库存量计算, 23Q1-4 全球锂资源新增需求分别为 5.7、6.3、7.3、8.2 万吨 LCE, 全年总需求增量为 27.6 万吨 CLE。供需平衡分别为 -0.1、0.4、2.6、4.7 万吨 LCE, 边际供大于求情况或将出现在 2023 年下半年。

图28: 2023 年锂资源供需平衡表

动力电池	23Q1	23Q2	23Q3	23Q4	2023
全球新能源车销量增量 (万辆)	80	86	108	126	400
对应新增动力电池需求量 (GWh)	48	52	65	76	240
对应碳酸锂需求量 (万吨LCE)	3.1	3.3	4.1	4.8	15.4
储能	23Q1	23Q2	23Q3	23Q4	2023
2022年出货量 (GWh)	20	24	27	30	101
全球新增100%需求对应出货量 (GWh)	24	29	32	36	121
对应碳酸锂需求量 (万吨LCE)	1.4	1.7	1.9	2.2	7.3
新增三元正极产能库存 (万吨LCE)	0.4	0.4	0.4	0.4	1.4
新增磷酸铁锂正极产能库存 (万吨LCE)	0.5	0.5	0.5	0.5	2.0
小型电池 (万吨LCE)	0.4	0.4	0.4	0.4	1.5
需求增量合计	5.7	6.3	7.3	8.2	27.6
供给增量	5.7	6.6	10.0	12.9	35.2
供需平衡	-0.1	0.4	2.6	4.7	7.6

资料来源: 各公司公告, Marklines, 沙利文、EV Tanks, 浙商证券研究所

注: 1) 考虑到电池生产中的良率和库存, 动力电池、储能新增电池需求量为理论值 120%; 2) 假设 1GWh 磷酸铁锂和三元电池分别对应 600、700 吨碳酸锂测算

1.5 风险提示

中国经济恢复不及预期、美联储加息力度减缓不及预期、下游新能源车、储能行业增长不及预期

2 铜: 供给将现明显短缺

2.1 铜价进入新一轮上涨周期, 库存处于历史低位

2.1.1 重要有色金属之一, 铜全球资源量丰富

铜全球资源量丰富。据 ICA 统计, 铜金属在地壳中平均含量 0.0068% (约 60mg/kg), 在地球表面和地下发现的含量高于 0.2% (即 2000mg/kg) 的铜资源即可作为矿体进行开采。据 ICSG 统计, 铜全球总资源量丰富, 达 56 亿吨, 查明的资源量 21 亿吨, 全球储量 8.8 亿吨, 全球铜矿产能 2600 万吨, 铜矿产量 2120 万吨。

铜 100%可回收, 且回收铜的化学及物理特性依然保持不变。据 ICSG 统计, 2015~2021 年, 全球废铜来源的精炼铜产量 (再生精炼铜产量) 占比基本稳定在 17%。

图29: 全球铜资源量丰富

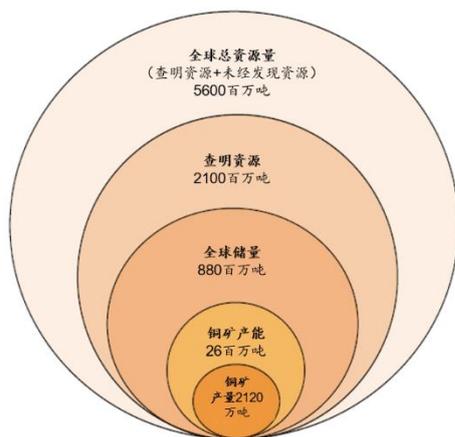


图30: 2015~2021 年再生精炼铜占比在 17%上下浮动

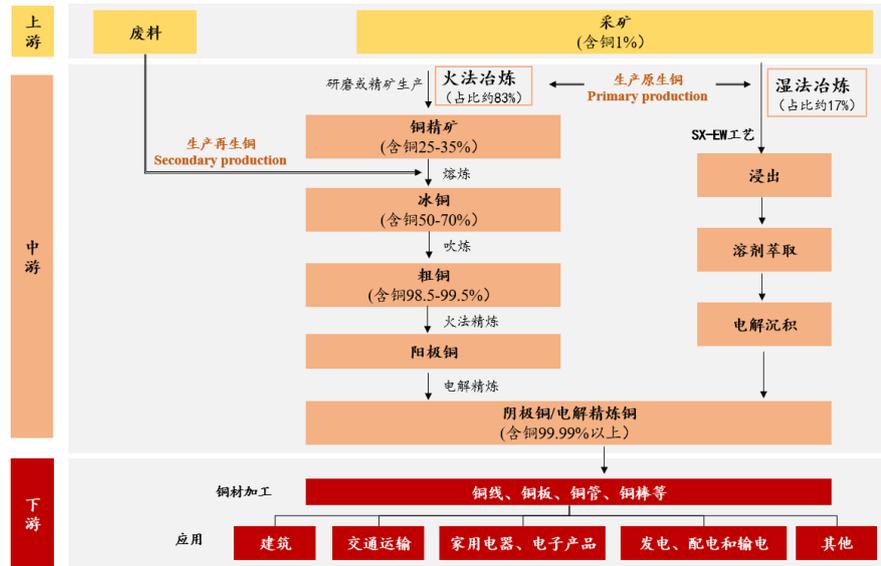


资料来源：ICSG，浙商证券研究所

资料来源：ICSG，浙商证券研究所

铜矿生产分为原生铜和再生铜生产。原生铜生产始于铜矿开采，主要分为地表采矿和地下采矿，目前以地表或露天采矿为主。采矿结束后，铜矿通过火法冶炼或湿法冶炼进行生产，由平均含铜量 25%-35%的铜精矿生产出含铜量在 99.9%以上的精炼电解铜。而再生铜生产则利用各种含再生铜的材料在炉中熔炼成冰铜或黑铜，并通过火法精炼形成阳极铜，最终生成电解精炼铜。

图31：铜产业链梳理



资料来源：ICA，浙商证券研究所

2.1.2 2022H2 铜价高位回落，显性库存水平较低

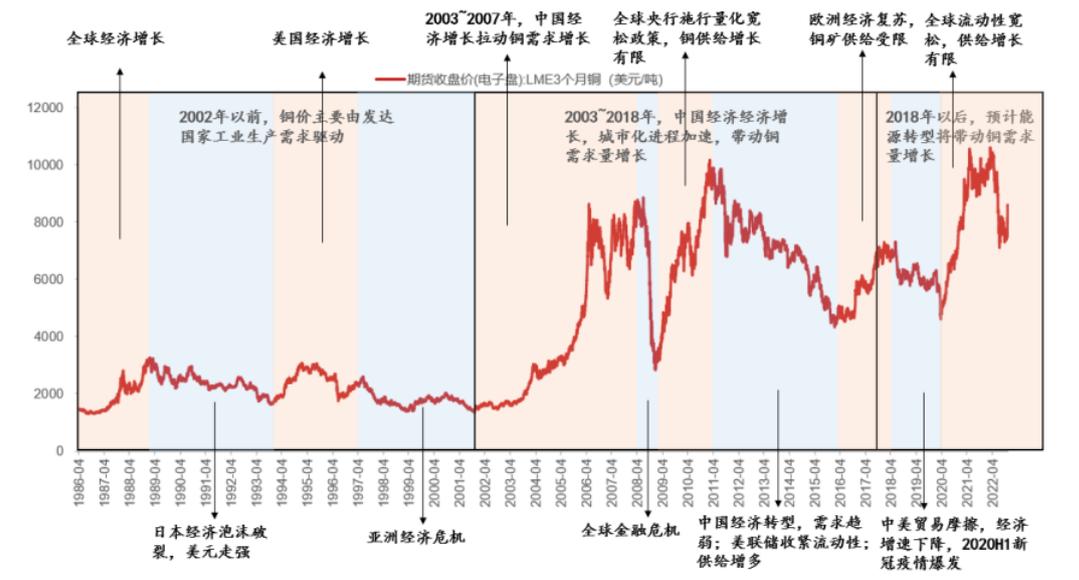
铜价主要受到经济表现及其金融属性影响，历史铜价总体可分为三个阶段：

1) 2002 年以前，铜价主要由发达国家工业生产需求驱动。1986~2002 年，铜价主要受到日本经济泡沫破裂、亚洲经济危机等事件影响，出现波动。

2) 2003~2018 年，铜需求主要受中国经济增长拉动。2002~2007 年，中国经济增长带动铜需求量增长，进一步推升铜价上涨；2008 年全球金融危机铜价下跌；2009~2011 年，全球经济量化宽松，叠加铜供给端受限，铜价上涨；2012~2016 年，铜需求转弱、产量释放叠加美联储收紧流动性，铜价持续下行。

3) 2019 年以后，需求预计将由能源转型驱动。2020 年 3 月后铜价进入新一轮上涨周期，主要由于新冠疫情爆发后，全球流动性宽松，叠加供给端受限，2020 年 3 月 LME 铜现货结算价最低点约为 4685 美元/吨，2021 年 LME 铜现货结算价最高约为 10416 美元/吨。2022 年下半年铜价高位回落，主要由于铜价还受其金融属性影响，下半年美元走强。

图32: 铜价历史周期复盘



资料来源: Wind, S&P Global, 浙商证券研究所

图33: 2022 下半年 LME 铜现货结算价高位回落



资料来源: Wind, 浙商证券研究所

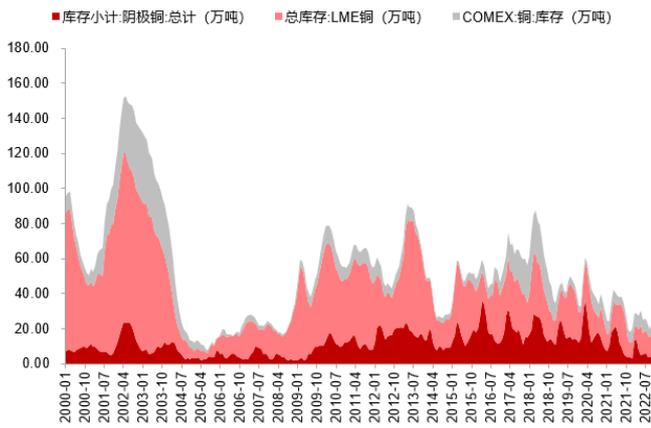
图34: 2022 下半年国内铜价高位回落



资料来源: Wind, 浙商证券研究所

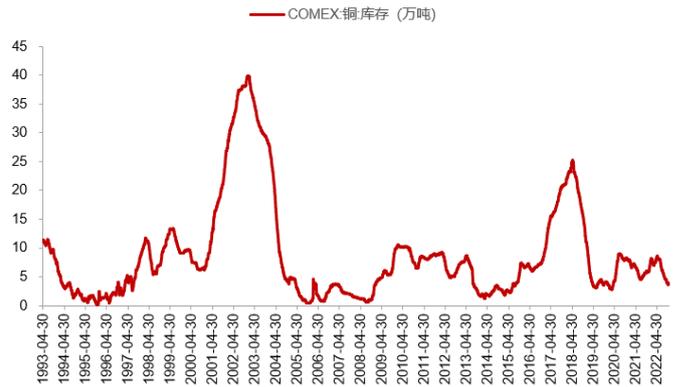
目前铜显性库存水平处于历史低位。总体来看，2020年3月以后铜显性库存持续下滑，目前处于较低水平，2020年3月LME铜库存、COMEX铜库存和上期所阴极铜库存合计60.7万吨，截止2022年11月25日，库存合计仅19.9万吨，其中，LME铜库存/COMEX铜库存/上期所阴极铜库存分别为9.1/3.8/7.0万吨，较上月同期分别减少约43.7/1.3/3.7千吨。

图35: 2020年3月后LME+COMEX+上期所铜总库存持续下滑



资料来源: Wind, 浙商证券研究所

图36: COMEX铜库存处于历史低位



资料来源: Wind, 浙商证券研究所

图37: 上期所阴极铜库存处于历史低位



资料来源: Wind, 浙商证券研究所

图38: LME铜库存处于历史低位



资料来源: Wind, 浙商证券研究所

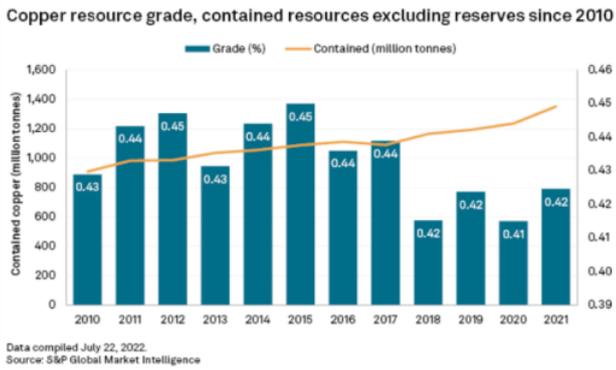
2.2 2022年前三季度成本端明显增长, 全球产量表现分化

2.2.1 2022Q3 矿企成本端明显增长, 有望支撑铜价重心上移

多因素干扰, 2022年三季度矿企C1现金成本大幅增长, 成本曲线上移有望支撑铜价重心上移。2021-2022年, 矿业公司受到矿山平均品位下滑、罢工、运输及干旱等问题干扰, 据S&P Global Market Intelligence数据统计, 2021年铜矿资源平均品位下滑至0.42%。

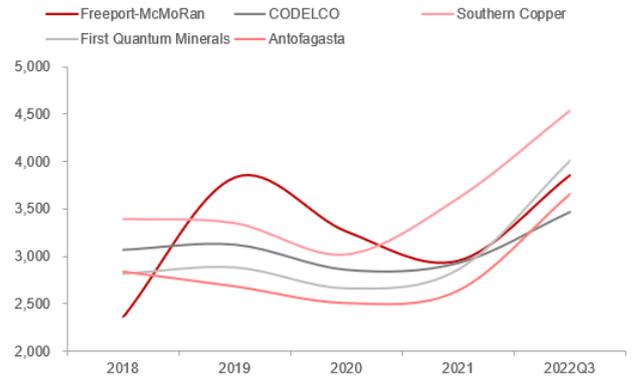
2022Q3铜矿企业C1现金成本呈上涨趋势, 自由港/CODELCO/南方铜业/第一量子/Antofagasta公司2022年Q3发布的C1现金成本相较2021年C1现金成本增长30%/19%/26%/40%/38% (南方铜业数据口径为Operating cost), 预计2022年完全成本曲线90分位线约为6700美元/吨, 成本端上涨有利于支撑铜价重心上移。

图39: 铜矿资源平均品位下滑



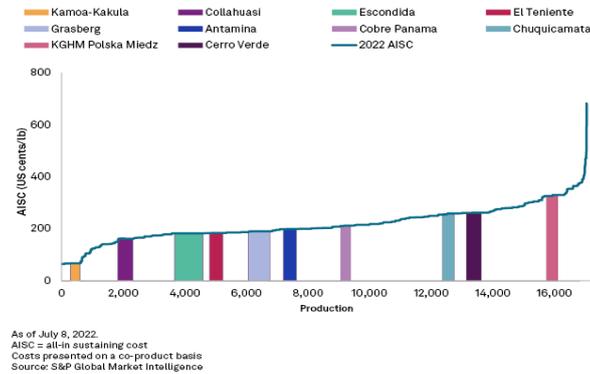
资料来源: S&P Global Market Intelligence, 浙商证券研究所

图40: 2022Q3 铜矿企业 C1 现金成本呈上涨趋势 (美元/吨)



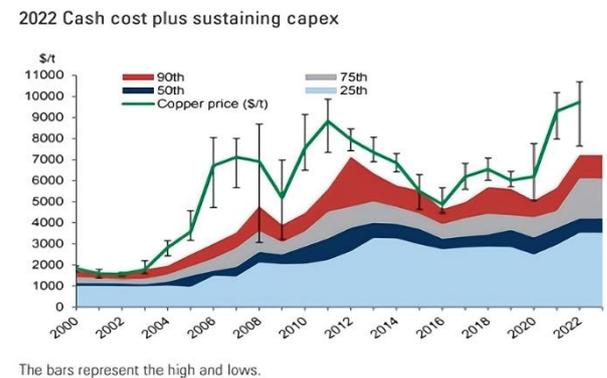
资料来源: 各公司全球官网, 浙商证券研究所。注: Southern Copper 统计口径为 Operating cash cost.

图41: 2022 年铜成本曲线



资料来源: S&P Global Market Intelligence, 浙商证券研究所

图42: 成本曲线对铜价起较好支撑作用

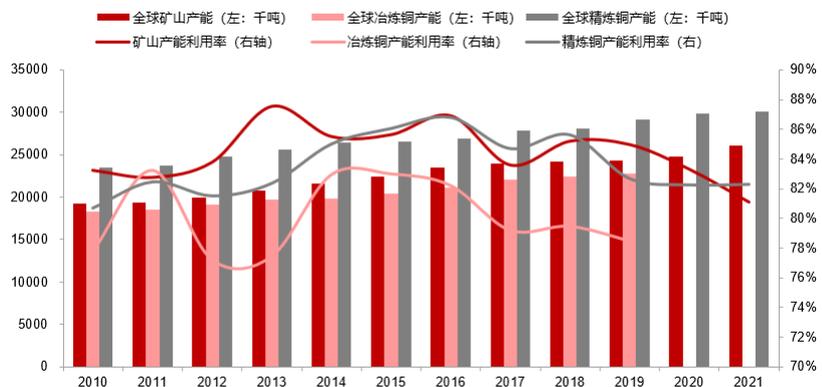


资料来源: Woodmac, 浙商证券研究所

2.2.2 全球总产能持续提升, 地区产能结构性错配

全球铜矿山、冶炼铜、精炼铜总产能持续增长。据 ICSG 统计, 2010 年全球铜矿山/冶炼铜/精炼铜产能分别为 1928/1828/2353 万吨, 产能利用率分别为 83%/78%/81%, 总体产能持续增长, 至 2021 年, 全球铜矿山/精炼铜产能分别为 2604/3014 万吨, 产能利用率分别为 81%/82%, 2019 年冶炼铜产能 2278 万吨, 产能利用率 78%。

图43: 全球矿山、粗炼及精炼铜总产能持续增长

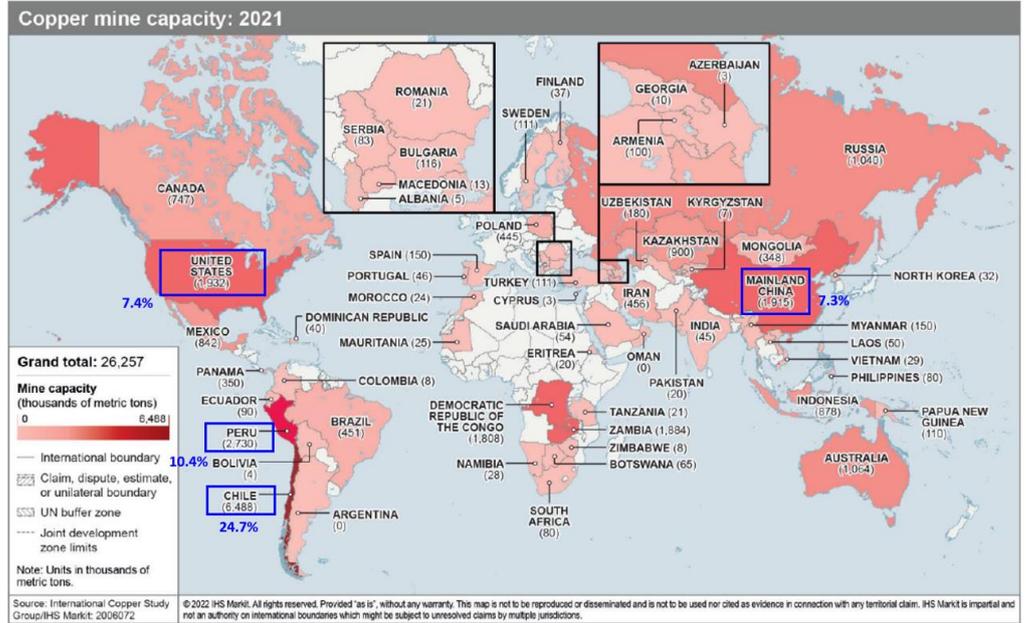


资料来源: Wind, 浙商证券研究所

从地区结构看，铜矿产能与冶炼和精炼产能分布错位：

1) 全球铜矿产能：主要分布在智利、秘鲁，2021 年在全球铜矿产能中占比分别为 24.7%和 10.4%，全球前二十大铜矿产能占比合计达 36.7%。

图44： 铜矿产能主要分布在智利、秘鲁



资料来源： S&P Global, ICSG, 浙商证券研究所

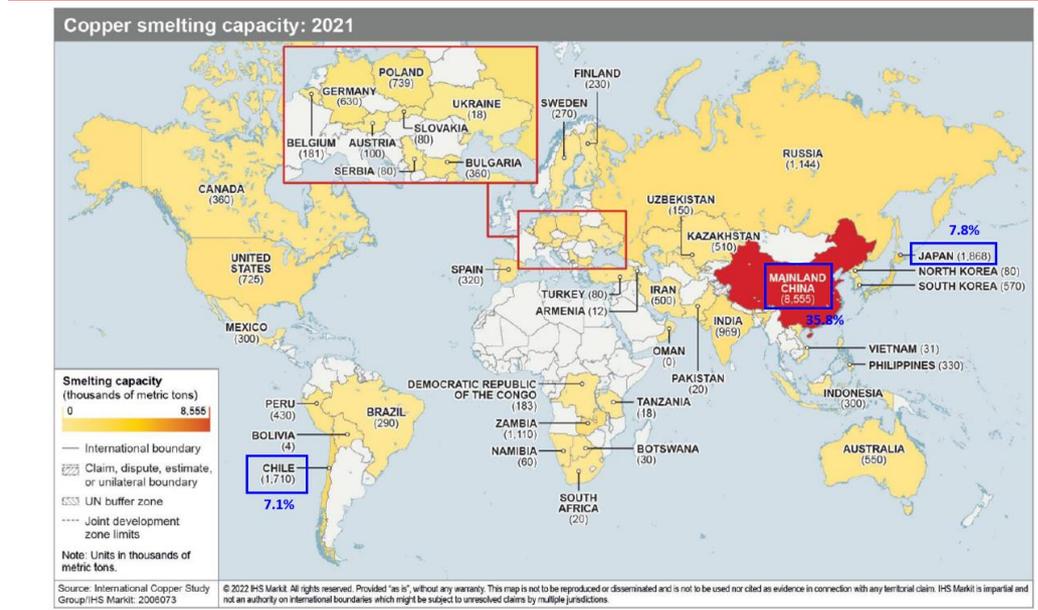
表1: 全球前二十大铜矿产能合计占比达 36.7%

排序	铜矿	国家	权益	产能(千吨)
1	Escondida	智利	BHP Billiton(57.5%),Rio Tinto Corp.(30%),Japan Escondida(12.5%)	1510
2	Grasberg	印尼	PT Freeport Indonesia(PT Inalum and theprovincial/regional government 51.2% and Freeport-McMoRan Inc 48.8%)	800
3	Collahuasi	智利	Anglo American (44%), Glencore plc (44%), Mitsui (8.4%), JX Holdings (3.6%)	630
4	Morenci	美国	Freeport-McMoRan Inc 72%, 28% affiliates of Sumitomo Corporation	570
5	Buenavista del Cobre	墨西哥	Grupo Mexico	525
6	Cerro Verde II (Sulphide)	秘鲁	Freeport-McMoRan Copper & Gold Inc. 54%, Compañía de Minas Buenaventura 19.58%,Sumitomo 21%	500
7	Antamina	秘鲁	BHP Billiton (33.75%), Teck (22.5%), Glencore plc (33.75%), Mitsubishi Corp. (10%)	450
7	Polar Division (Norilsk/Talnakh Mills)	俄罗斯	Norilsk Nickel	450
9	Las Bambas	秘鲁	MMG (62.5%), Guoxin International Investment Corporation Limited (22.5%), CITIC Metal Co., Ltd. (15%)	400
10	El Teniente	智利	Codelco	399
11	Los Pelambres	智利	Antofagasta Plc (60%), Nippon Mining (25%), Mitsubishi Materials (15%)	380
12	Cobre Panama	巴拿马	First Quantum Minerals Ltd 90%, Korea Panama Mining Corp. (LS-Nikko Copper Inc. and Korean Resources Corporation) 10%	360
13	Radomiro Tomic	智利	Codelco	350
14	Kamoa-Kakula	刚果	Ivanhoe Mines (39.6%), Zijin Mining Group (39.6%), Crystal River Global Limited (0.8%),Government of the Democratic Republic of Congo (20%)	340
14	Kansanshi	赞比亚	First Quantum Minerals Ltd (80%), ZCCM (20%)	340
14	Los Bronces	智利	Anglo Amercian 50.1%, Mitsubishi Corp. 20.4%, Codelco 20%, Mitsui 9.5%	340
17	Chuquicamata	智利	Codelco	330
18	Kamoto	刚果	Katanga Mining Ltd (86.33% Glencore plc) 75%, Gecamines 25%	300
19	Toromocho	秘鲁	Chinalco	300
20	Spence	智利	BHP Billiton	285
产能合计及占 2021 年总产能比例				9559/36.7%

资料来源: ICSG, 浙商证券研究所

2) 全球冶炼及精炼产能: 全球冶炼铜和精炼铜产能主要分布在中国, 2021 年中国冶炼铜产能和精炼铜产能分别为 8555/10445 千吨, 占比约 35.8%/35.9%。全球前二十大冶炼厂、精炼厂产能合计占全球产能比例分别约 37.3%和 39.7%。

图45: 冶炼铜产能主要分布在中国



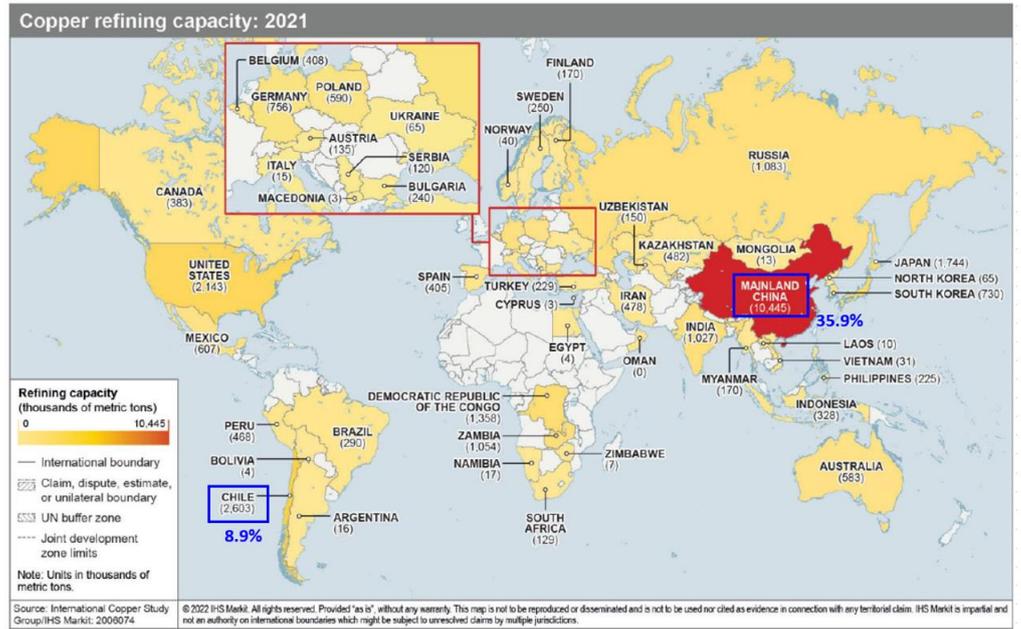
资料来源: S&P Global, ICSG, 浙商证券研究所

表2: 全球前二十大冶炼厂产能合计占比达 37.3%

排序	冶炼厂	国家	运营/所有者	产能 (千吨)
1	Guixi (smelter)	中国	江西铜业	900
2	Birla Copper (Dahej)	印度	Birla Group (Hidenco)	500
3	Chuquicamata (smelter)	智利	Codelco	450
3	Hamburg	德国	Aurubis	450
3	Saganoseki (smelter)	日本	JX Nippon Mining & Metals Co., Ltd.	450
3	Toyo (smelter)	日本	Sumitomo Metal Mining Co. Ltd.	450
7	El Teniente (Caletones)	智利	Codelco	400
7	Chifeng	中国	赤峰金峰 (云南铜业)	400
7	Chinalco Southeast Copper (smelter)	中国	中国铝业	400
7	Jinchuan (Fangchenggang smelter)	中国	金川有色金属有限公司	400
7	Jinchuan (smelter)	中国	金川有色金属有限公司	400
7	Jinguan (smelter)	中国	铜陵有色	400
7	Xianguang Copper (smelter)	中国	阳谷祥光铜业有限公司	400
7	Sterlite Smelter (Tuticorin)	印度	Vedanta	400
7	Norilsk (Nikelevy, Medny)	俄罗斯	Norilsk Nickel	400
16	Pirdop (smelter)	保加利亚	Aurubis (99.77%)	360
16	Ilo Smelter	秘鲁	Southern Copper Corp (Grupo Mexico 88.9%, international investment community 11.1%)	360
18	Onahama (smelter)	日本	Mitsubishi Materials Corp. (55.714%), Dowa Metals & Mining Co. Ltd.(31.621%), Furukawa Metals & Resources Co. Ltd. (12.665%)	354
19	Heding Copper	中国	江西铜业	350
19	Jinlong (Tongdu)	中国	铜陵有色 (57.4%), 住友商事 (35%), 平果铝业公司	350
19	Sarchesme Copper Complex (smelter)	伊朗	National Iranian Copper Industry Co.	350
产能合计/占 2021 年总产能比例				8924/37.3%

资料来源: ICSG, 浙商证券研究所

图46: 精炼铜产能主要分布在中国



资料来源: S&P Global, ICSG, 浙商证券研究所

表3: 全球前二十大精炼厂产能合计占比达 39.7%

排序	精炼厂	国家	所有者	产能 (千吨)
1	Guixi	中国	江西铜业	1100
2	Shandong Fangyuan (refinery)	中国	山东东营	700
3	Daye/ Hubei (refinery)	中国	大冶有色金属有限公司	600
3	Jinchuan	中国	金川有色金属有限公司	600
5	Yunnan Copper	中国	云南铜业	500
5	Birla	印度	Birla Group (Hidanco)	500
7	Sterlite Refinery	印度	Vedanta	460
7	Pyshma Refinery	俄罗斯	UMMC (Urals Mining & Metallurgical Co.)	460
9	Toyo (refinery)	日本	Sumitomo Metal Mining Co. Ltd.	450
9	Amarillo	美国	ASARCO (Grupo Mexico)	450
9	Chuquicamata Refinery	智利	Codelco	450
12	Onsan Refinery I	韩国	LS-Nikko Co. (LS, Nippon Mining) Electrolytic 440 13 Hamburg	440
13	Hamburg (refinery)	德国	Aurubis	416
14	El Paso (refinery)	美国	Freeport-McMoRan Copper & Gold Inc.	415
15	Las Ventanas	智利	Codelco	410
16	Baiyin	中国	白银有色金属	400
16	Jinguan (refinery)	中国	铜陵有色	400
16	Jinlong (Tongdu) (refinery)	中国	铜陵有色 52%, 夏普国际 13%, 住友商事 7.5%, 伊藤忠商事 7.5%	400
16	Zijin	中国	紫金矿业 50%, 闽西兴杭 50%	400
16	Xiangguang Copper (refinery)	中国	阳谷祥光铜业有限公司	400
16	Chifeng (refinery)	中国	赤峰金峰 (云南铜业)	400
16	Jinchuan (Fangchenggang refinery)	中国	金川有色金属有限公司	400
16	Chinalco Southeast Copper (refinery)	中国	中国铝业	400
16	Morenci (SX-EW)	美国	Freeport-McMoRan Inc 72%, 28% affiliates of Sumitomo Corporation	400
产能合计/占 2021 年总产能比例				11551/39.7%

资料来源: ICSG, 浙商证券研究所

2.2.3 2022Q3 精炼铜累计短缺 29.5 万吨, 产量表现分化

一、2022 年前三季度全球前两大铜矿产地表现不佳

供给端方面, 2022 年 1-9 月全球铜矿及精炼铜产量同比分别增长 3.5% 和 2.3%。根据 ICSG 数据, 全球铜矿及精炼铜增速趋缓, 2022 年 1-9 月全球铜矿产量 1614.3 万吨, 同比增长 3.5%, 产能利用率约 79%, 主要由于智利、秘鲁铜矿产量增长受阻。2022 年 1-9 月全球精炼铜产量 1900.1 万吨, 同比增长 2.3%, 其中, 原生精炼铜产量 1590.6 万吨, 再生精炼铜产量 309.5 万吨。

图47: 2022Q3 铜矿产量累计同增 3.5%



资料来源: Wind, ICSG, 浙商证券研究所

图48: 2022Q3 精炼铜产量累计同增 2.3%

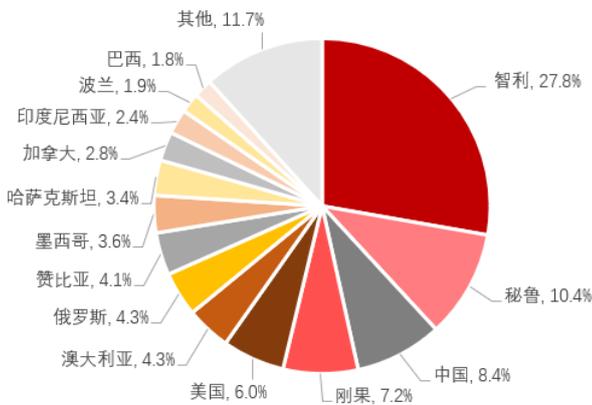


资料来源: Wind, ICSG, 浙商证券研究所

供给端从地区结构看，全球第一、第二铜矿产量地区分别为智利及秘鲁，2020年占比分别为27.8%及10.4%，而全球精炼铜产地主要在中国，2020年占全球精炼铜产量比例达40.9%。

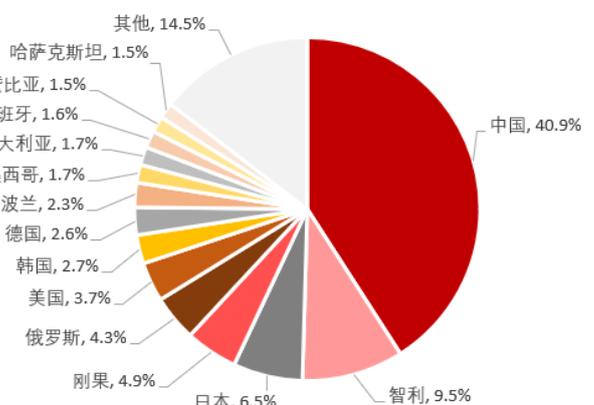
2022年1-9月全球各地区铜矿及精炼铜产量表现分化。2022年1-9月，智利铜矿产量下滑6.7%，主要由于疫情、矿山品位下滑、干旱缺水、旷工等因素影响，秘鲁铜矿产量仅增1.4%，主要由于Cuajone铜矿以及Las Bambas铜矿停产时间延长。2022年1-9月，中国精炼铜产量同比增长2.5%，智利精炼铜产量同比下滑4%，主要由于冶炼厂运营限制和维护停工。

图49: 2020年智利在全球铜矿产量中占比达27.8%



资料来源: ICSG, 浙商证券研究所

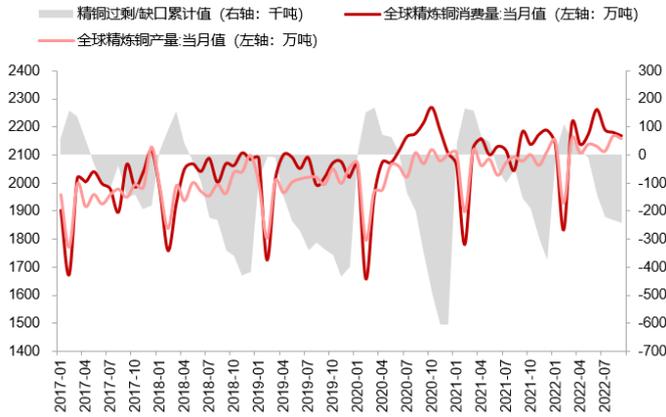
图50: 2020年中国在全球精炼铜产量中占比达40.9%



资料来源: ICSG, 浙商证券研究所

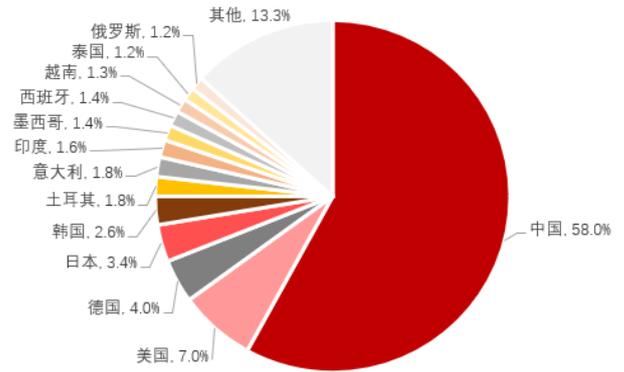
需求端方面，2022年1-9月全球精炼铜消费量同比增长2.6%，精炼铜供给短缺29.5万吨。据ICSG数据，2022年9月，全球精炼铜消耗215.7万吨，精炼铜短缺1万吨，2022年1-9月全球精炼铜消费量为1929.6万吨，同比增长2.6%，精炼铜短缺29.5万吨。从地区结构看，2020年全球精炼铜消费中国占比最高，达到58%，2022年1-9月中国精炼铜显性消费量增长约3.8%。

图51: 2022Q3 全球精炼铜累计短缺 29.5 万吨



资料来源: ICSG, 浙商证券研究所

图52: 2020 年中国在全球精炼铜消耗量中占比达 58%



资料来源: ICSG, 浙商证券研究所

二、中游 TC/RC 持续增长，中游产能放量趋于紧张

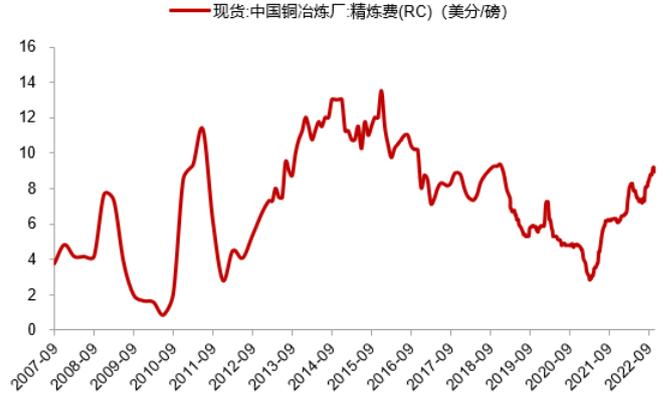
中国冶炼厂粗炼费/精炼费 (TC/RC) 自 2021H2 增长。2021 年 4 月 2 日，中国冶炼厂粗炼费为 28.5 美元/千吨，精炼费为 2.85 美分/磅，至 2022 年 11 月 25 日，粗炼费上涨至 89.5 美元/千吨，精炼费上涨至 8.95 美分/磅，TC/RC 持续增长表明短期中国精炼及冶炼铜产能放量趋于紧张。

图53: 中国冶炼厂粗炼费 (TC) 自 2021H2 持续增长



资料来源: Wind, 浙商证券研究所

图54: 中国冶炼厂精炼费 (RC) 自 2021H2 持续增长



资料来源: Wind, 浙商证券研究所

三、多因素扰动，2022Q3 全球多家龙头矿企产量大幅下滑

全球多家头部矿企前三季度产量下滑。2022 年 1-9 月，全球多家龙头矿企产量同比大幅下滑，如 CODELCO、Glencore、Antofagasta、Anglo American 等头部矿企前三季度同比下滑超过 10%，原因主要包括矿山品位下滑、维修或罢工导致的工厂停工以及干旱等外部因素影响。

表4: 全球多家头部矿企 2022 年前三季度产量下滑 (单位: 千吨)

公司	2021 年	2021Q3 累计	2022Q3 累计	同比	三季度运营情况
Freeport-McMoRan	1743	1275	1424	11.7%	Grasberg 铜矿和 Cerro Verde 铜矿带来增量。
CODELCO	1728	1185	1062	-10.4%	Ministro Hales 铜矿的矿石品位下降, 此外, Chuquicamata 和 El Teniente 两大铜矿的矿石品位、活性和回收率下降, Chuquicamata 的冶炼厂运营困难影响到了公司产量。
BHP Group	1574	1209	1242	2.7%	Escondida 产量增长, Olympic Dam 产量增长
Glencore	1196	896	771	-14.0%	Katanga 的土地使用、岩土工程及加工限制 (影响 5.06 万吨), 2022 年 1 月出售 Ernest Henry 引起基数变动 (影响 3.41 万吨), Collahuasi 因采矿顺序导致开采的矿石减少 (影响 2.3 万吨)
Southern Copper	958	718	653	-9.0%	Cuajone 铜矿停工, 4 月恢复, 另外, Toquepala、La Caridad 和 Cuajone 的矿石品位下降。
First Quantum Minerals	816	615	570	-7.3%	主要是由于 Kansanshi 铜矿的产量下降。
Antofagasta	722	543	451	-17.0%	干旱导致 Los Pelambres 产量同比下滑 23.8%, Centinela 铜精矿品位下滑 21.7%。
Anglo American	647	487	420	-13.8%	我们在智利的所有业务预计品位降低, Los Bronces 不利矿石特性部分被秘鲁 Quellaveco 的第一批铜产量所抵消。
紫金矿业	584	408	632	55.0%	塞尔维亚佩吉铜金矿上带矿、卡莫阿-卡库拉铜矿、西藏巨龙铜矿等重点项目顺利投产。
Rio Tinto Corp	523	361	390	8.0%	Kennecott 铜矿较高的品位和采收率部分被 Oyu Tolgoi 铜矿较低的品位和采收率所抵消。
KGHM Polska Miedz	391	296	295	-0.3%	2022 年 9 月与 2021 年同期相比减少了 4200 吨 (-7%), 这与国际资产有关, KGHM Polska Miedz S.A. 的电解铜产量略有增加。
Vale	297	219	187	-14.8%	Sossego 铜矿工厂维护, 将持续到 2022Q4。
MMG	290	225	182	-19.2%	Q2 MMG 的铜产量受到社区行动的重大影响, 社区行动在本季度因安全问题停产超过 50 天。在社区成员同意停止抗议活动并参与和平对话进程后, Las Bambas 的制作于 6 月 11 日重新开始。 Q3 情况有所改善。在第三季度, 公司继续与 Las Bambas 矿附近的社区成员进行沟通, 并与六个参与社区中的四个达成了协议。现场团队现在正在与其他两个社区就执行协议并推进对话。
Teck	287	215	205	-4.7%	7 月发生重大降水事件, Carmen de Andacollo 铜矿的产量减少。

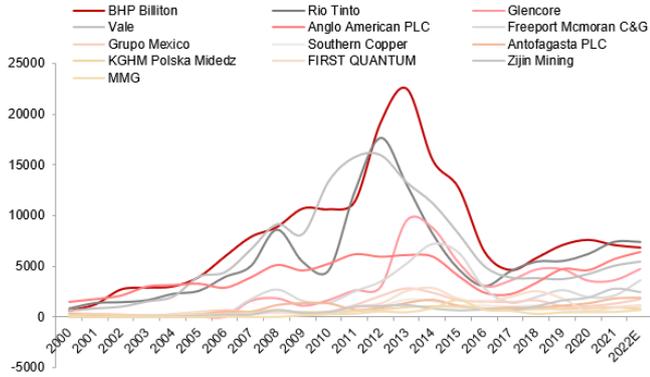
资料来源: 各公司官网, 浙商证券研究所。注: BHP Group 按公司发布的财年数据统计。

2.3 未来供给端受限+新能源需求拉动, 供需错配看好铜价走强

2.3.1 铜矿投产周期较长, 历史资本开支不足阻碍供给端放量

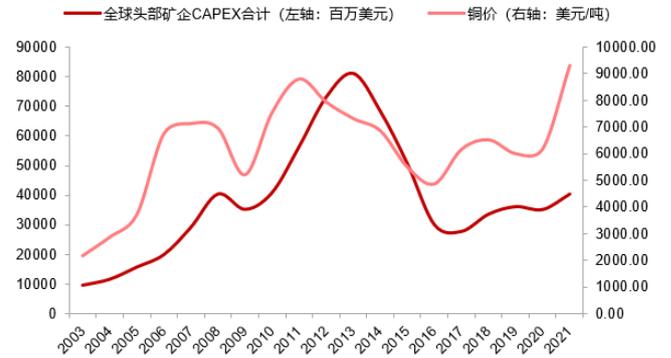
2015 年左右铜价下跌削弱矿企资本开支意愿，2016 年开始全球头部矿企资本开支明显下滑。2011 年之后铜价持续下滑，至 2015 年左右铜价贴近成本曲线 90 分位线，铜价下跌削弱铜矿企业资本开支意愿，2015 年后，自由港、必和必拓、嘉能可、力拓、英美资源以及第一量子等全球头部企业资本支出水平大幅下滑。

图55: 2016年后全球头部矿企 CAPEX 水平较低 (百万美元)



资料来源: Bloomberg, 浙商证券研究所

图56: 历史铜价下跌削弱矿企资本开支意愿

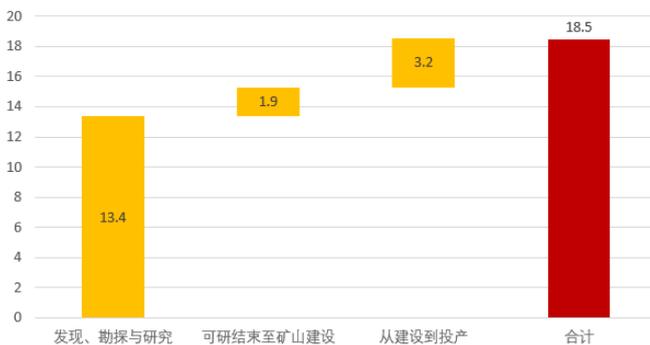


资料来源: Bloomberg, Wind, 浙商证券研究所

铜矿投产周期较长，从发现到投产约需 18.5 年。据 S&P Global Market Intelligence 统计，铜矿项目发现、勘探与研究约需要 13.4 年时间，研究结束至矿山建设需要 1.9 年，从建设到投产需要 3.2 年。即从发现到投产大约需要 18.5 年，从研究结束到投产约 5.1 年，近年资本开支下滑将阻碍供给端增长。

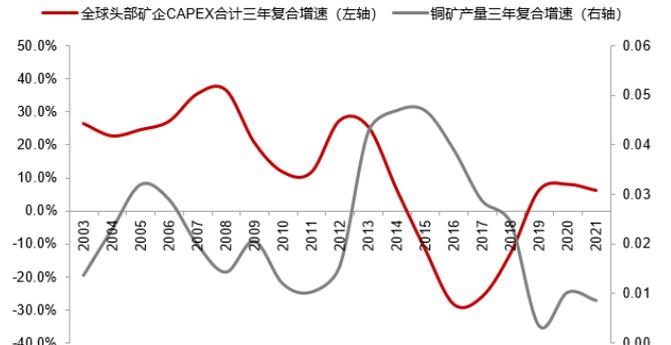
2016~2021 年矿企 CAPEX 水平较低，阻碍 2022~2025 年供给端增长。从数据来看，全球 CAPEX 投入与产量释放时间差约为 4 年，2016 年之后，矿企 CAPEX 支出不足，预计将阻碍 2022~2025 年供给端放量。

图57: 铜矿从发现到投产周期较长 (年)



资料来源: S&P Global Market Intelligence, 浙商证券研究所

图58: 全球 CAPEX 投入与产量释放时间差约为 4 年



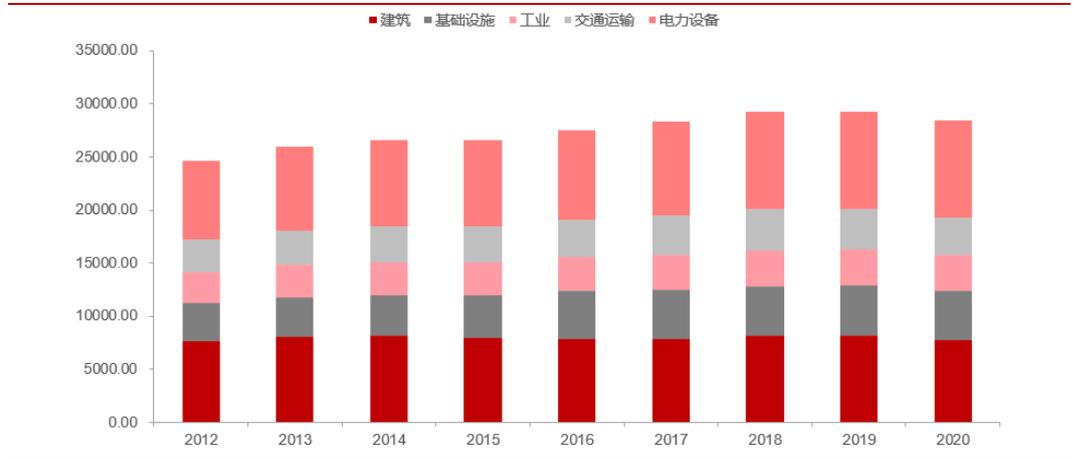
资料来源: Bloomberg, ICSG, 浙商证券研究所

2.3.2 目前终端需求以传统领域为主，未来新能源需求有望逐渐凸显

铜具有良好的导电性和导热性，终端需求领域主要为建筑、基础设施、工业、交通运输及电力设备。据 IWCC 数据，2020 年建筑/基础设施/工业/交通运输/电力设备铜消耗量占

比分别为 27%/16%/12%/12%/32%。建筑中铜主要用于配电、管道水暖等；基础设施中主要用于电力网络及传输相关；工业领域主要用于工业变压器等电气领域及阀门、管件等非电气领域；交通运输领域主要运用于线束等汽车电气；电力设备领域主要应用于消费品、电子设备等。

图59：铜终端需求主要用于五大领域（单位：千吨）



资料来源：IWCC，浙商证券研究所

目前，铜需求量以传统领域为主，未来新能源转型需求将逐步凸显：

1) 光伏：预计至 2025 年光伏行业将带动铜需求量 234 万吨。光伏产业用铜量主要集中在传导的电线、电缆中，另外逆变器、变压器等环节也需要铜。根据 IEA、国家能源局发布光伏产业新增装机量历史数据及增速，预计到 2025 年光伏新增装机量可达 425GW。据 Navigant Research 统计，1MW 光伏使用 5.5 吨铜，则预计 2025 年光伏产业将带动铜需求量 234 万吨。

表5：光伏产业铜需求量预测

	2018	2019	2020	2021	2022E	2023E	2024E	2025E
中国光伏新增装机量 (GW)	44	30	48	55	69	91	112	143
海外光伏新增装机量 (GW)	52	78	79	119	143	174	227	282
光伏新增装机量总计 (GW)	97	108	127	174	212	265	340	425
每 MW 耗铜量 (吨)	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
中国新增光伏总计耗铜量 (万吨)	24	17	27	30	38	50	62	79
海外新增光伏总计耗铜量 (万吨)	29	43	43	65	78	96	125	155
全球新增光伏耗铜量总计 (万吨)	53	59	70	95	116	146	187	234

资料来源：IEA，国家能源局，Navigant Research，浙商证券研究所

2) 新能源汽车：预计至 2025 年新能源车汽车 (BEV+PHEV) 将带动铜需求量 249 万吨。新能源车用铜主要集中在在线束、电池、电机及电力电子器件等部件，据 ICA 统计，传统燃油车单车含铜量 23kg，PHEV 单车含铜量约为 60kg，BEV 单车含铜量约为 83kg。根据 IEA 发布的全球 BEV 和 PHEV 保有量历史数据及增速，预计 2025 年全球 BEV/PHEV 汽车增量分别为 22.9/9.9 百万辆，则 2025 年新能源汽车行业将带动铜需求量约 249 万吨。

表6: 新能源车产业铜需求量预测

	2018	2019	2020	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
全球 BEV 新增 (百万辆)	1.4	1.5	2.3	4.6	6.3	10.0	15.2	22.9
全球 PHEV 新增 (百万辆)	0.6	0.6	0.9	1.9	2.8	4.2	6.5	9.9
BEV 单车耗铜量 (kg)	83	83	83	83	83	83	83	83
PHEV 单车耗铜量 (kg)	60	60	60	60	60	60	60	60
BEV 新增耗铜量 (万吨)	11	13	19	38	53	83	126	190
PHEV 新增耗铜量 (万吨)	4	3	6	11	17	25	39	59
总计耗铜量 (万吨)	15	16	25	50	70	108	165	249

资料来源: IEA, ICA, 浙商证券研究所

3) 风电: 预计至 2025 年风电领域将带动铜需求量 110 万吨。据矿产资源网统计, 海上风电每兆瓦需要消耗 15 吨铜, 陆上风电每兆瓦消耗 5 吨铜, 根据 GWEC 发布的海陆风电装机量历史数据及增速, 预计 2025 年风电领域将带动铜需求量 110 万吨, 其中, 陆上风电约耗铜 53 万吨, 海上风电约耗铜 57 万吨。

表7: 风电领域铜需求量预测

	2018	2019	2020	2021	2022E	2023E	2024E	2025E
海上风电装机量 (GW)	4	6	7	21	19	24	31	38
陆上风电装机量 (GW)	46	55	88	73	81	88	97	107
海上风电每兆瓦耗铜量 (吨)	15	15	15	15	15	15	15	15
陆上风电每兆瓦耗铜量 (吨)	5	5	5	5	5	5	5	5
海上风电耗铜量(万吨)	7	9	10	32	28	37	46	57
陆上风电耗铜量 (万吨)	23	27	44	36	40	44	48	53
海上+陆上风电总计耗铜量 (万吨)	30	37	54	68	69	81	94	110

资料来源: GWEC, 矿产资源网, 浙商证券研究所

2.3.3 能源金属属性强化, 预计 2025 年供给出现明显短缺

供给端方面, 历史数据采用 ICSG 统计口径, 综合考虑到 2022 年各矿企产量目标和前三季度目标完成率情况以及 2016 年以后头部矿企整体资本开支水平不足等因素, 我们预计 2022~2025 年, 全球铜矿产量分别为 2174/2232/2302/2393 万吨, 同比增速分别为 3.0%/2.7%/3.1%/4.0%。

考虑到各地区历史精炼铜产量表现、中游精炼费和粗炼费表现以及精炼产能投产时间等因素, 我们预计 2022~2025 年, 全球精炼铜产量分别为 2525/2579/2644/2708 万吨, 同比增速分别为 1.8%/2.1%/2.5%/2.4%。

需求端方面, 历史数据采用 ICSG 统计口径, 考虑到铜消耗量历史数据及增速、经济复苏预期以及新能源转型需求等, 我们预计 2022~2025 年, 精炼铜需求量分别为 2544/2590/2671/2789 万吨, 同比增速分别为 0.7%/1.8%/3.1%/4.4%。其中, 我们预计 2022~2025 年光伏、新能源汽车及风电三大产业需求量合计分别为 254/335/446/593 万吨, 2025 年, 三大新能源产业需求量占比提升至 21%, 较 2022 年增长 10pct, 铜新能源属性有望强化。

未来供给端放量受限，新能源强力拉动需求增长，预计 2025 年供需将现明显短缺。
 根据 ICSG 历史数据口径，我们预计 2022~2025 年全球精炼铜供给缺口分别为 19/11/27/82 万吨。

表8: 2018~2025 年供需平衡表 (单位: 万吨)

		2018	2019	2020	2021	2022E	2023E	2024E	2025E	
供给端	全球铜矿产量	2058	2061	2068	2111	2174	2232	2302	2393	
	增速	2.6%	0.2%	0.3%	2.1%	3.0%	2.7%	3.1%	4.0%	
	全球精炼铜产量	2406	2408	2459	2480	2525	2579	2644	2708	
	增速	2.2%	0.1%	2.1%	0.9%	1.8%	2.1%	2.5%	2.4%	
需求端	光伏	中国光伏新增装机量 (GW)	44	30	48	55	69	91	112	143
		海外光伏新增装机量 (GW)	52	78	79	119	143	174	227	282
		光伏新增装机量总计 (GW)	97	108	127	174	212	265	340	425
		每 MW 耗铜量 (吨)	6	6	6	6	6	6	6	6
		中国新增光伏耗铜量	24	17	27	30	38	50	62	79
		海外新增光伏耗铜量	29	43	43	65	78	96	125	155
		全球新增光伏耗铜量总计	53	59	70	95	116	146	187	234
	新能源汽车	全球 BEV 新增 (百万辆)	1	2	2	5	6	10	15	23
		全球 PHEV 新增 (百万辆)	1	1	1	2	3	4	7	10
		BEV 单车耗铜量 (kg)	83	83	83	83	83	83	83	83
		PHEV 单车耗铜量 (kg)	60	60	60	60	60	60	60	60
		BEV 新增耗铜量	11	13	19	38	53	83	126	190
		PHEV 新增耗铜量	4	3	6	11	17	25	39	59
		总计耗铜量	15	16	25	50	70	108	165	249
	风电	海上风电装机量 (GW)	4	6	7	21	19	24	31	38
		陆上风电装机量 (GW)	46	55	88	73	81	88	97	107
		海上风电每兆瓦耗铜量 (吨)	15	15	15	15	15	15	15	15
		陆上风电每兆瓦耗铜量 (吨)	5	5	5	5	5	5	5	5
		海上风电耗铜量	7	9	10	32	28	37	46	57
		陆上风电耗铜量	23	27	44	36	40	44	48	53
		海上+陆上风电总计耗铜量	30	37	54	68	69	81	94	110
		新能源领域耗铜量合计	98	112	149	213	254	335	446	593
	其他消耗量	2350	2323	2349	2313	2290	2255	2225	2196	
	全球精炼铜消耗量	2448	2435	2498	2526	2544	2590	2671	2789	
	增速	3.3%	-0.5%	2.6%	1.1%	0.7%	1.8%	3.1%	4.4%	
	供给短缺		-42	-27	-39	-46	-19	-11	-27	-82

资料来源: ICSG, 浙商证券研究所

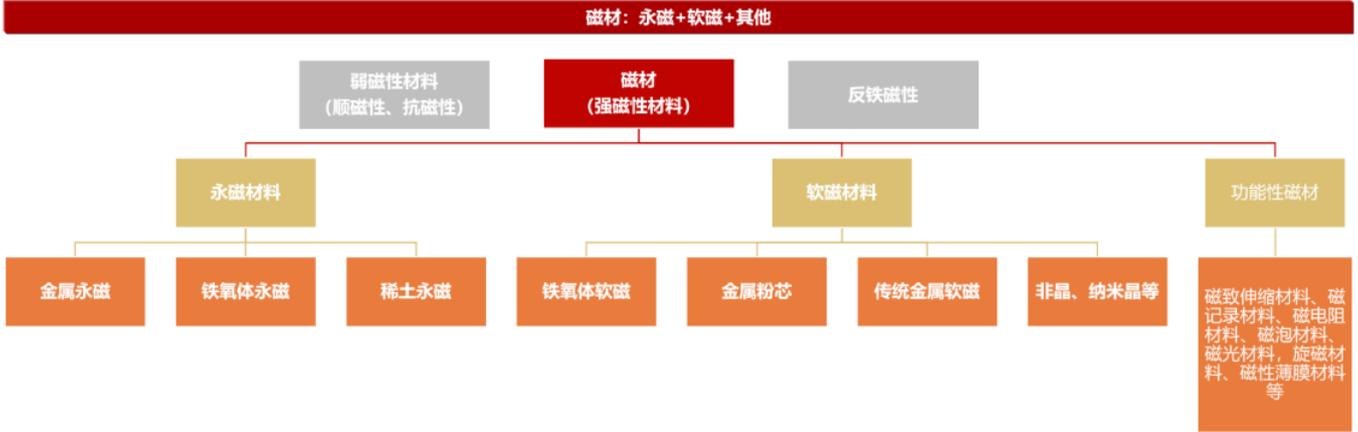
2.4 风险提示

需求增长不及预期; 供给端释放超预期; 行业供需测算偏差风险

3 磁材: 新能源汽车+机器人强力驱动

磁材在狭义上特指强磁性材料。磁性材料可以对磁场作出某种方式的反应，按性质可分为顺磁性、抗磁性、反铁磁性、铁磁性以及亚铁磁性；其中，铁磁性和亚铁磁性对外磁场反应较强，被称为强磁性材料，也即狭义上的磁材。**磁材主要包括永磁、软磁和功能性磁材。**（1）永磁：一经磁化，不易退磁。（2）软磁：易磁化，但磁化后也易退磁。

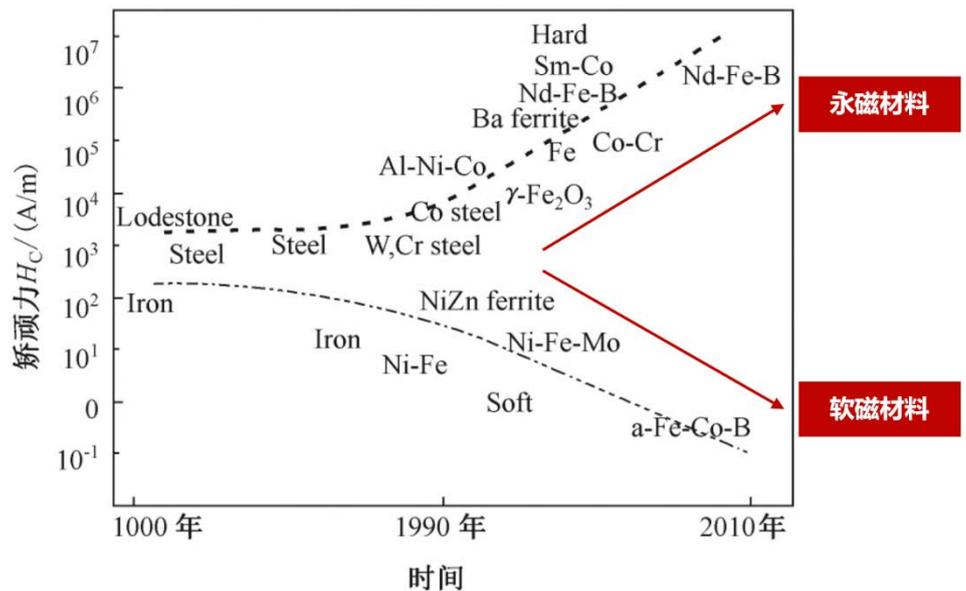
图 60: 磁材: 永磁+软磁+其他



资料来源: 铂科新材招股说明书, 连之新金属检测设备有限公司官网, 浙商证券研究所

永磁 VS 软磁，核心在于矫顽力不同。矫顽力是指在磁性材料已经磁化到磁饱和后, 要使其磁化强度减到零所需要的磁场强度; 单位为 Oe 或 A/m。矫顽力越高, 磁材越不容易退磁。自 20 世纪初以来, 磁材的制备和研究发展走向两个极端: 永磁材料不断追求高矫顽力, 软磁材料不断追求低矫顽力, 以满足不同需求, 此即二者的核心区别

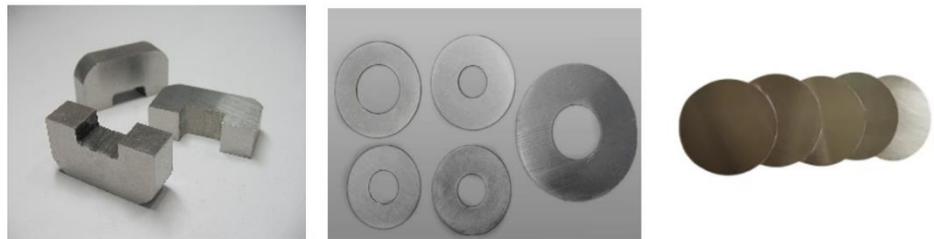
图 61: 磁性材料矫顽力随年代的变化



资料来源: 《新型磁性材料的研究进展》(邹芹等, 2021), 浙商证券研究所

永磁主要分为金属金属永磁、铁氧体永磁、稀土永磁。金属永磁是初代永磁合金，泛指金属 Fe 基和 Co 基（不包括稀土金属）的合金永磁体。可以细分为 1）铝镍钴系：1931 年，由日本冶金学家三岛德七发明。剩磁高、耐高温，但矫顽力低、加工困难，常用于军工仪表等高可靠性要求领域。2）铁铬钴系：上世纪 70 年代初问世，属于时效硬化型的可变形永磁，可进行机加工、冲压等操作，常用于制造形状复杂的小巧磁性元件。3）铂钴：以等原子组成的铂钴合金制成的有序硬化型可变形永磁体，具有耐氢、抗腐蚀等性质，常用于航天、航海、军事等领域的器件制造。

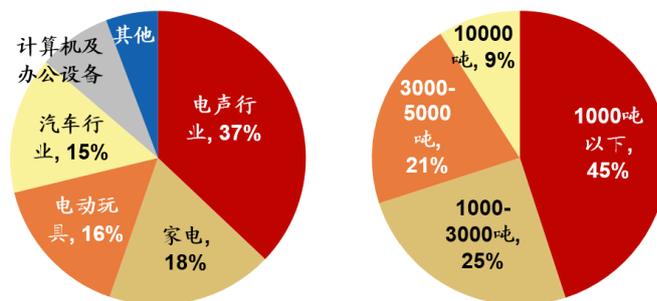
图62： 金属永磁铝镍钴系、铁铬钴系、铂钴产品示例



资料来源：裕磁电子官网，卡瑞奇官网，China.cn-瑞弛高科、浙商证券研究所

铁氧体永磁性价比高、产能分散。1933 年，由加藤与五郎、武井武共同发明，以 Fe₂O₃ 为主要原料，被誉为第二代永磁体。（1）按主要成分分类：钡铁氧体和锶铁氧体。（2）特点：尽管性能并非最优，但原料丰富、制备工艺简单、价格低廉，有望与钕铁硼磁材长期共存。（3）关注点：高性能铁氧体磁瓦可用于制造汽车的微特电机、变频家电电机。

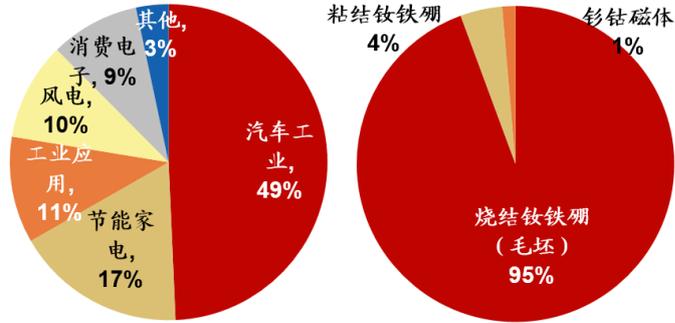
图63： 铁氧体永磁 62%用于制造电机



资料来源：中国电子材料行业协会磁性材料分会，智研咨询，Frost & Sullivan，浙商证券研究所

稀土永磁需求旺盛，烧结钕铁硼占据主流。混合稀土金属元素和过渡金属元素形成的永磁材料，自1967年起已有三代产品量产应用。产品迭代方向为钐钴（SmCo5）、钐钴（Sm2Co17）、钕铁硼、铁氮（在研）。目前三代产品钕铁硼占据主流市场。

图64：钕铁硼主要应用及产量占比



资料来源：Frost & Sullivan，中商产业研究院，工信部，浙商证券研究所

永磁材料因其优异的抗退磁能力（矫顽力高），是制造各类电机的重要原材料。衡量永磁材料性能的关键指标：1）感应强度，指永磁经磁化至技术饱和、去掉外磁场后，保留的表面场；数值越高，越有利于提升电机效率。2）矫顽力，使永磁体完全无磁场能量储存而必须施加的、与原磁化方向相反的外磁场强度；数值越高，电机抗退磁能力越强。3）磁能积：永磁体向外磁路提供磁场能量的最大值；数值越高，产生单位磁场强度所需的永磁体积越小，利于节省电机空间。横向对比各类永磁材料，钕铁硼具有显著的指标优势，有望凭借优异性能持续拓展市场，进而市场迎来快速发展。

图65: 主要永磁体性能对比

主要永磁体性能对比: 钕铁硼占优				
	金属永磁-铝镍钴	铁氧体永磁	稀土永磁-钕钴永磁	稀土永磁-烧结钕铁硼
剩磁强度 (T)	0.58~1.35	0.32~0.43	0.8~1.2	1.17~1.48
内禀矫顽力 (kOe)	0.38~1.53	1.76~4.21	15~21	11~40
最大磁能积 (MGOe)	1.4~13.2	0.17~5.2	24~33	33~50
居里温度 (°C)	890	450	740~926	310
工作温度 (°C)	-250~550	-40~250	-250~525	-125~220
主要应用领域	仪表、电能表	大体积扬声器、电动工具、玩具、军事及航空航天领域、风扇电机等		各类永磁电机、汽车EPS、VCM、MRI等
优点	温度稳定性、时间稳定性、耐腐蚀性高	资源丰富, 价格低廉	工作温度高、耐腐蚀性好, 磁性能优于铝镍钴和铁氧体	关键指标领先, 机械力学性能好, 可切削和钻孔
缺点	含有战略元素钴, 性价比比较低	磁性能较差、温度稳定性差	含有战略元素钴, 性价比低	居里温度低、温度稳定性差, 但可以通过添加镧来改善

单位磁场强度下, 钕铁硼的相对体积最小, 利于节省电机空间



资料来源: 上达稀土官网, 卡瑞奇官网, 艾普智能官网、浙商证券研究所

软磁的种类主要包括铁氧体永磁、金属粉芯和金属软磁(以硅钢为主), 并逐渐发展非晶&纳米晶合金软磁。软磁的特点主要包括 1) 初始磁导率高、矫顽力小, 易于磁化和退磁。2) 电阻率较高, 减少感应电流损耗、提高效率。3)、饱和磁感强度较高, 减小单位磁通量所需的磁芯截面积。软磁可作为各类电机、变压器、继电器、电感器、滤波器等元件的磁芯, 最终应用于新能源汽车、机器人、家电、光伏、风电等诸多领域。

图66: 主要永磁体性能对比

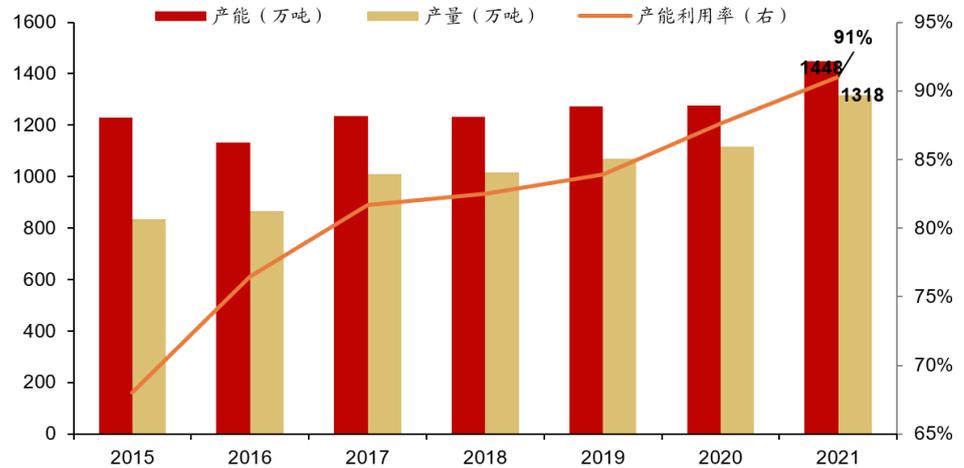
主要软磁材料的对比										
指标	铁氧体		金属粉芯			金属软磁		非晶合金		纳米晶合金
	Mn-Zn	铁粉芯	铁硅铝	铁镍铝	硅钢片	坡莫合金50Ni	坡莫合金80Ni	钴基	铁基	铁基
饱和磁感强度 (T)	0.5	1~1.4	1.05	0.7	2.03	1.55	0.74	0.55	1.56	1.25
矫顽力 (A/m)	8	掺杂Ti元素可降低矫顽力			40	12	2.4	<1	<4	<2
初始磁导率 (10^4)	0.3	6~125*10^4	26~125*10^4	60~160*10^4	0.15	0.6	4	10	0.5	8
电阻率 (μΩ·cm)	5×10^7	与绝缘粘接剂混合, 电阻率整体较高			50	30	60	120	130	90
居里温度 (°C)	220	500	>400	>400	750	500	450	400	410	570

资料来源: 《我国软磁铁氧体材料与器件产业现状与发展趋势》(翁兴园, 2017)、《金属磁粉芯比较》、《磁粉芯认识》、《金属磁粉芯介绍》、《新能源用高频低损金属磁粉芯及关键制备技术》、浙商证券研究所

金属软磁价格低廉, 用作铁芯, 以无取向硅钢为主。又称电工钢, 价格低廉且具有可塑性, 常作为磁性元件的铁芯。1) 冷轧无取向硅钢: 主流种类, 生产工艺相对低, 饱和磁

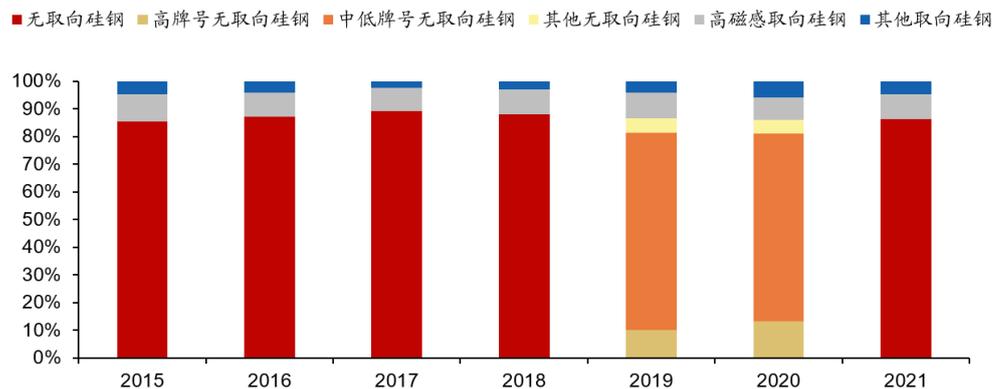
感强度高于取向硅钢，常用于家电、各类电机、新能源汽车等领域。2) 冷轧取向硅钢，主要用于变压器的制造。硅钢产能利用率提高，高牌号产量快速增长，应用领域广泛。

图67: 2015-2021年硅钢产量(万吨)



资料来源: 中国金属学会电工钢分会, 华经产业研究院, 浙商证券研究所

图68: 2015-2021年各种硅钢产量占比

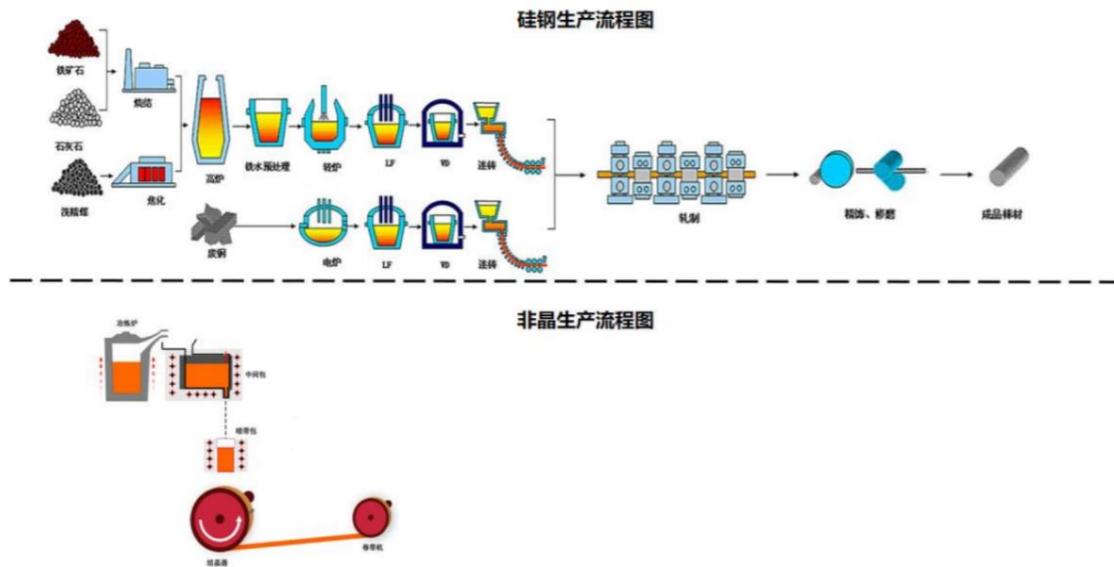


资料来源: SMM, 浙商证券研究所

非晶合金: 新型材料, 与硅钢互有优劣。主要含铁、硅、硼等元素, 表现为合金薄带(约0.03mm厚), 金属原子呈无序非晶体排列。主要与取向硅钢在变压器领域竞争: 2020年非晶合金招标占比27%, 硅钢为65%。主要特点是高频下磁导率几乎不变(硅钢会变

小), 且制造流程约 10 米, 显著短于硅钢的 1000 米, 但缺点是成形后加工困难、高频振动噪声大, 制造工艺尚需进一步完善

图69: 非晶合金生产流程线显著小于硅钢



资料来源: 云路股份招股说明书, 浙商证券研究所

聚焦高性能钕铁硼磁材。高性能钕铁硼永磁: 内禀矫顽力 (kOe) 和最大磁能积 (MGOe) 之和大于 60 的烧结钕铁硼永磁。凭借显著优异的性能, 叠加“双碳”目标和“机器替人”大趋势下新能源汽车、风电、节能家电、机器人等领域对永磁电机的旺盛需求和效率要求, 高性能钕铁硼永磁逐渐脱颖而出, 近年来持续获得国家的政策支持, 有望迎来发展的快车道。

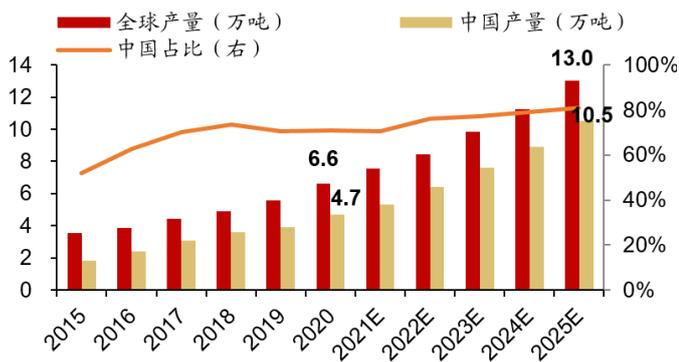
表9: 以钕铁硼为代表的高性能稀土永磁持续获得国家政策支持

发布时间	文件名称	发布部门	相关内容
2016年12月	《新材料产业发展指南》	工信部、发改委、科技部、财政部	将 高性能永磁材料 列入“关键战略材料”，大力发展稀土永磁节能电机及配套稀土永磁材料。
2019年9月	《关于促进制造业产品和服务质量提升的实施意见》	工信部	加快稀土功能材料创新中心和行业测试评价中心建设，支持开发稀土绿色开采和冶炼分离技术，加快 稀土新材料及高端应用产业发展 。
2021年3月	《“十四五”规划和2035年远景目标纲要》	发改委	推动 高端稀土功能材料 等高端新材料取得突破。
2021年10月	《电机能效提升计划（2021-2023年）》	工信部、市监局	加快高效节能电机关键配套材料创新升级（含稀土永磁）；加快突破 永磁电机效率最优控制技术 ；针对使用变速箱、耦合器的传动系统，鼓励采用 低速直驱和高速直驱式永磁电机 。2023年，高效节能电机年产量达1.7亿千瓦。
2021年12月	《原材料工业发展规划》	工信部、科技部、自然资源部	重点突破高性能稀土磁性 等一批关键材料，建立健全 新能源汽车驱动电机用稀土永磁材料等上下游合作机制 ，推进高性能稀土永磁材料选区精准渗透等技术。
2021年12月	《重点新材料首批次应用示范指导目录（2021年版）》	工信部	再次将 高性能钕铁硼 等稀土功能材料列入新材料重点领域中的“ 关键战略材料 ”。

资料来源：发改委官网，工信部官网，中央人民政府官网，浙商证券研究所

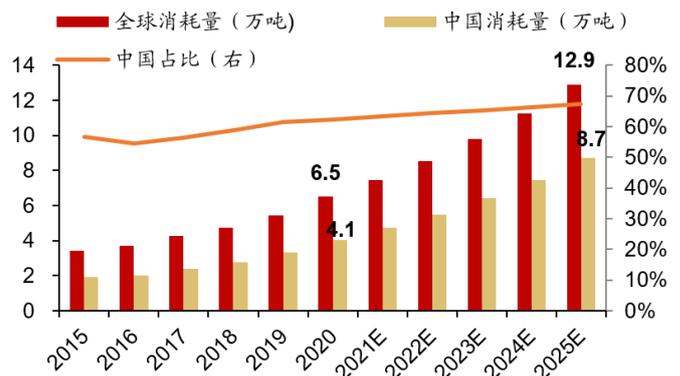
高性能钕铁硼产量、消耗量稳步上行，展现旺盛需求。中国占比较高，且增速高于全球。产量上中国占比超70%，未来有望升至80%；2020-2025年全球产量CAGR预计14%，中国预计17%。销量上中国占比超60%；2020-2025年全球消耗量CAGR预计15%，中国预计17%。

图70: 2015-2025 高性能钕铁硼产量及预测 (万吨)



资料来源：Frost & Sullivan、浙商证券研究所

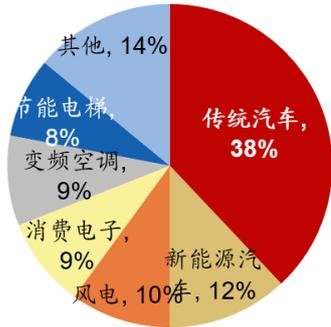
图71: 2015-2025 高性能钕铁硼销量及预测 (万吨)



资料来源：Frost & Sullivan、浙商证券研究所

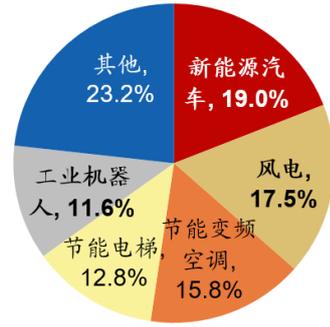
新能源与机器人引领高性能钕铁硼的需求结构变化。2018年高性能钕铁硼需求量占比最高的为传统汽车，2021年新能源汽车、风电、节能变频空调、工业机器人等领域占比增加。需求结构改变，预计未来工业机器人领域对高性能钕铁硼需求量会高速增长。

图72: 2018年高性能钕铁硼的需求结构



资料来源: 智研咨询, 华经产业研究院, 观研报告, 浙商证券研究所

图73: 2021年高性能钕铁硼的需求结构



资料来源: 智研咨询, 华经产业研究院, 观研报告, 浙商证券研究所

预计2025年工业机器人销量对应的高性能钕铁硼需求超2万吨。工业机器人: 目前每台工业机器人需求高性能钕铁硼20-25kg, 取中间值22.5kg/台, 则预计2025年全球工业机器人销量对应的高性能钕铁硼需求超2万吨, 相较2021年有大概翻倍的增长。人形机器人: 人形机器人的永磁伺服电机同样需求高性能钕铁硼。假设单台人形机器人的需求量为2.5kg, 则在乐观/中观/悲观情况下, 预计2030年的销量(100万台/61.1万台/39.1万台)将分别对应2500吨、1528吨、978吨的高性能钕铁硼需求。智能化: 广义上, 新能源汽车≈机器人。参考新能源汽车由电动化向智能化的发展趋势, 长期看, 机器人有望同样发展智能化功能, 进而增加各类电气电路、电子元器件的需求, 或带动铁氧体软磁、金属粉芯、非晶&纳米晶合金等磁性材料的需求。

表10: 以钕铁硼为代表的高性能稀土永磁持续获得国家政策支持

	2021	2022E	2023E	2024E	2025E
全球工业机器人销量(万台)	47	64	73	84	95
中国工业机器人销量(万台)	26	28	32	38	42
单台工业机器人的高性能钕铁硼用量(千克)	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5
全球工业机器人销量对应的高性能钕铁硼需求量(吨)	10575	14400	16425	18900	21375
中国工业机器人销量对应的高性能钕铁硼需求量(吨)	5768	6376	7170	8473	9548

资料来源: MIR DATABANK, IFR, TWB., 中国计生协, 《中国企业综合调查(CEGS)报告》, 观研报告, 华经产业研究院, 宁波磁盛官网, 《中国钕铁硼市场发展现状及未来发展趋势分析》(张英建等, 2022), 浙商证券研究所

风险提示

机器人技术进步不及预期、新技术替代风险、消费不及预期

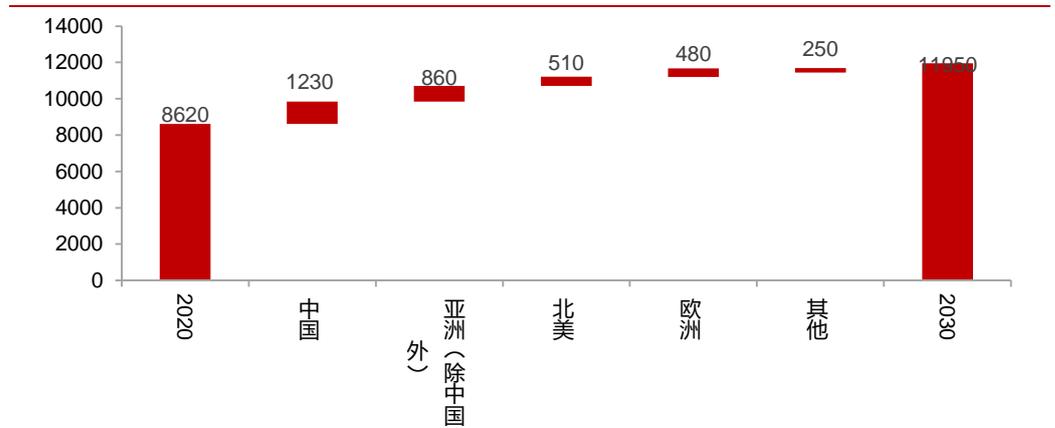
4 铝: 汽车+机器人轻量化提振需求

4.1 “轻量化+一体化”新理解

需求端: 预计2030年铝需求量将达到11950万吨, 亚洲国家贡献主要增量。根据国际铝业协会发布的报告, 预计未来十年铝需求增长将从2020年的8620万吨增长到2030年的11950万吨, 预计这一增长的37%左右来自中国, 26%是来自亚洲(除中国外)其他国家

家，15%来自北美，14%来自欧洲。预计2030年中国新增铝需求量为1230万吨，亚洲其他地区新增860万吨原铝，北美和欧洲新增原铝需求510万吨和480万吨。

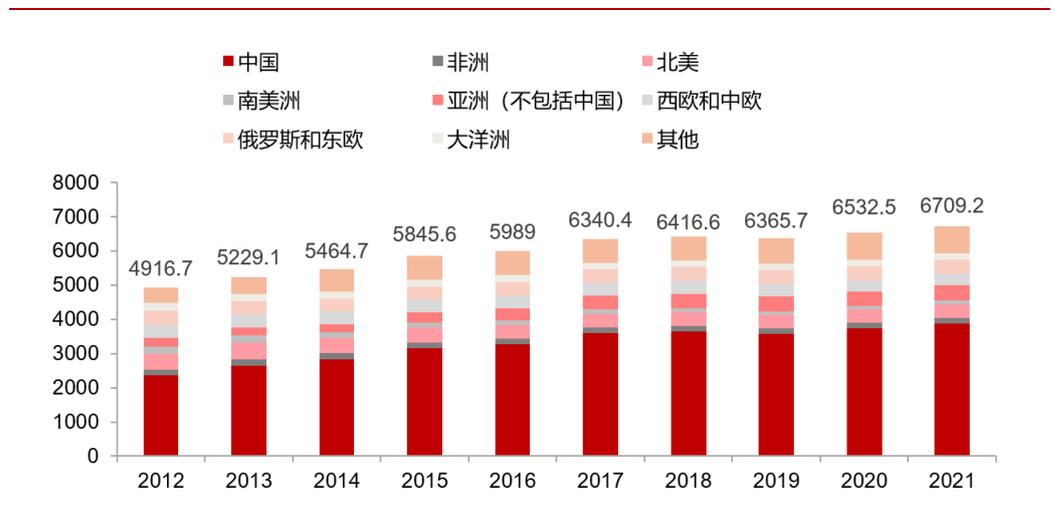
图74： 预计未来十年铝需求增3300万吨拆分（万吨）



资料来源：国际铝业协会、浙商证券研究所

供给端：2021年全球铝供给量为6709.2万吨，中国原铝生产量全球占比达到57.9%。根据国际铝业的统计口径，在铝供给端，2021年中国的原铝生产量为3883.7万吨，在全球占比达到57.9%，相较于2012年上升10pct。非洲，北美、南美、欧洲、南美洲原铝生产比例均出现小幅下滑，除中国外亚洲的原铝生产值2021年占比达到6.7%，相较于2012年增长1pct。

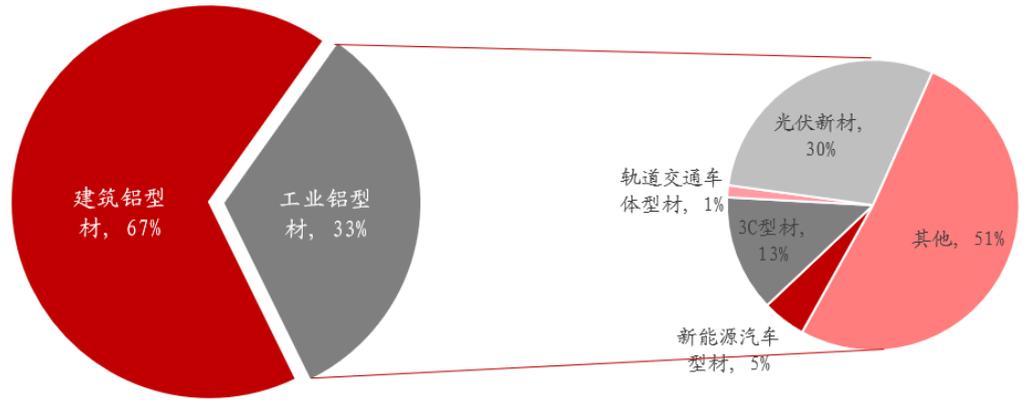
图75： 2021年全球铝供给量为6709.2万吨（万吨）



资料来源：国际铝业、浙商证券研究所

汽车铝型材渗透率仅有1.60%，处于高速发展的布局初期。国内铝型材可以分为两类，一类是建筑铝型材，主要用于房地产领域，占比到达67.02%；另一类是工业铝型材，工业铝型材又可细分为光伏型材、轨道交通车体型材、3C型材、新能源汽车型材和其他，整体来看，汽车铝型材占比仅有1.60%，可释放空间巨大，

图76： 中国铝型材下游细分产品占比（2021）



资料来源：产业信息网，中国有色金属加工工业协会、智研咨询、浙商证券研究所

从轻量化、一体化三个维度出发来看汽车铝加工需求的井喷：

轻量化是新能源车提高续航里程的关键，铝无疑是目前最好的轻量化金属。所以新能源车车身结构轻量化用汽车板、铝挤压材是燃油车的3-4倍，当新能源基数达到一定比例后整体轻量化市场的弹性空间也随之打开。

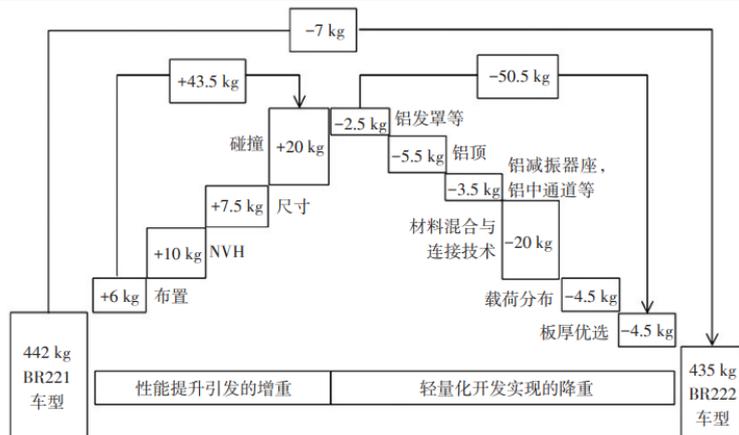
而一体化压铸从技术角度真正释放了铝轻量化成本高这一枷锁，为铝代钢提供了无限可能。

4.2 从汽车轻量化对标机器人轻量化市场发展

机器人结构存在对安全功能、集成控制、一致和快速移动以及电源的需求等各种潜在挑战，通过使用铝和定制挤压铝型材提供的轻量化解决方案可以应对其中许多挑战，汽车结构件方面的应用已经提供了范本。汽车领域特斯拉头部效应逐步打开轻量化市场。

- ✓ 汽车轻量化结构件：燃油车发动机、轮毂、传动系统、热交换等部件铝的渗透率普遍达到80%以上，车身结构像四门两盖、悬架、副车架等领域依旧以钢为主，特斯拉计划用3个大型压铸件拼接成整个下车体总成，替换掉原来的370个零件
- ✓ 工业机器人的结构件主要包括定制外壳、机器人组件、视觉引导系统框架和臂端工具支撑等

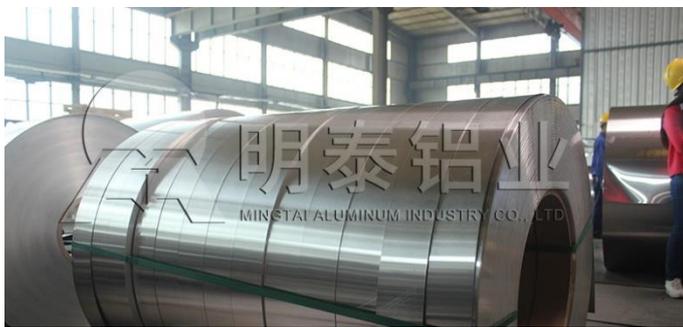
图77： 性能提升引发的增重 vs 轻量化开发实现的减重



资料来源：产业研究院，浙商证券研究所

工业机器人选用的铝合金: 1)铝 A380 是压铸中最常用的合金, 可提供材料特性和可铸性的最佳组合, 可用于铸造机器人手臂、手腕、底座、“肘部”和工业机器人的其他几个部件的外壳。2)以 6061 为代表的 6000 系列铝合金, 主要合金元素为镁与硅, 强度中等, 具有良好的抗腐蚀性、可焊接性, 氧化效果较好。硬度没 7075 高, 但抗腐蚀比较好, 市面上机器人手臂大多使用这种铝合金材质。3)以 7075 型号为代表的 7000 系列铝合金主要是铝镁锌铜合金, 属于超硬铝合金, 可热处理合金, 有良好的耐磨性和焊接性, 但耐腐蚀性较差, 多应用于航空环境。

图78: 6061 铝板



资料来源: 明泰铝业官网、浙商证券研究所

图79: 7075 铝板



资料来源: 明泰铝业官网、浙商证券研究所测算

参考特斯拉汽车国内供应链占比, 人形机器人量产阶段或将引入国内供应商, 国产结构件供应商有望迎来新增量。人形机器人量产阶段或依托现有汽车供应链体系, 其中结构件部分技术难度低于动力系统和 AI 系统, 国内龙头企业已形成规模, 切入机器人供应链的可能性较高。**材料端:** 国外免热处理铝合金材料厂商主要有美国铝业、德国莱茵菲尔德和特斯拉, 国内厂商中立中集团、上海交大、广东鸿图、湖北新金洋已研制成功。除此之外, 传统的铝业公司也有望开展机器人用铝合金布局, 逐步切入该赛道。**设备与零部件端:** 中游压铸厂商纷纷布局, 文灿、鸿图、拓普、爱科迪等较为领先。

图80: 轻量化产业链各端公司及市场份额

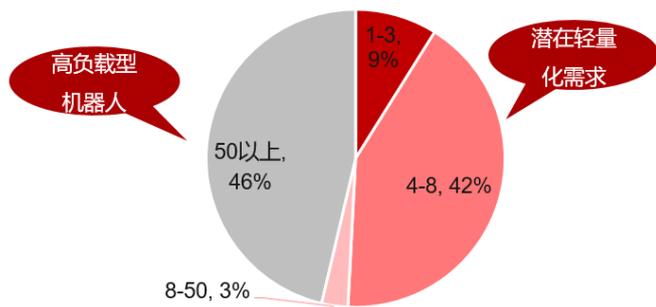


资料来源: 华尔街见闻, 浙商证券研究所

4.3 机器人轻量化

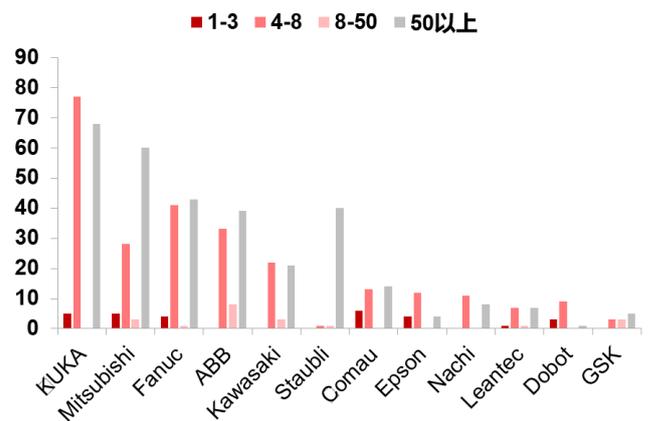
轻量化是指负载重量和机械手的本体重量比值近似 1: 2。如 KUKA 的 LBRiiwaR820，其负载在 14kg，而本体的重量仅为 30kg。而传统的工业机器人负载质量和工业机械手的本体质量比值在 1: 8 以上。在主流机器人厂商中，轻量化机器人和高负载型机器人呈现“双面开花”局面。其中，载重比低于 3 的轻量化机器人型号占比为 9%，位于 4-8 之间的存在潜在轻量化需求的机器人型号占比为 42%，在 8 以上的高负荷型机器人占比约为 50%。

图81: 机械手的本体重量: 负载重量



资料来源: Robotk, 浙商证券研究所 注: 数据截止日期 2023.1.31

图82: 主流机器人厂商轻量化机器人型号分布份额



资料来源: Robotk, 浙商证券研究所测算 注: 数据截止日期 2023.1.31

铝合金、(碳纤维增强塑料) CFRP、钛合金等材料也被广泛应用于轻量化机械臂。钢的密度达到铝合金的 3 倍，利用其设计零部件不利于机械臂减轻重量。钛合金尽管比刚度、比强度均大于铝合金，但在高温环境下其导热性差以及化学性能不稳定导致切削加工难度大，所以不适合用于设计存在复杂零件的机械臂。镁合金密度略高于 CFRP 为 1780Kg/m³，但其比刚度低于铝合金。CFRP 各项指标均最优，但对复合材料加工装配所需孔槽时，对其强度有较大影响。

图83: 机器人轻量化材料的密度、比刚度和比强度值

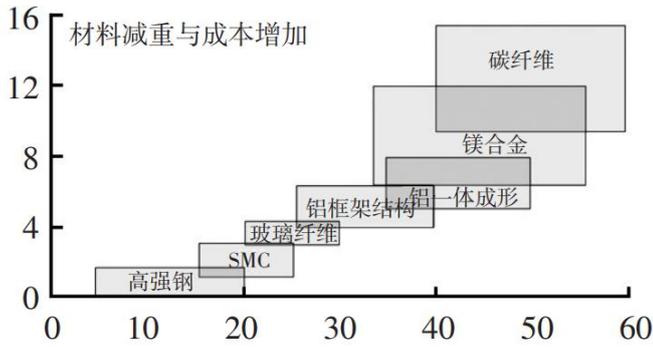
材料	典型类型	ρ (kg/m ³)	Rs (Mpa·m ³ /kg)	Rσ (Mpa·m ³ /tone)
钢	不锈钢 (SUS)	7930	25	44
铝合金	A16005A	2700	25.5	79.6
钛合金	Ti6AL-4V	4400	26	205
镁合金	AZ31	1780	23	100
CFRP	C/E(0/90°/±45°)	1700	42	326

资料来源:《基于碳纤维与铝合金的轻型机械臂混合结构设计方法研究》、浙商证券研究所

目前轻质材料的高成本是轻量化的最大障碍，材料成本的降低和性能的提升至关重要。钢材价格最低，但是降重效果较差；铝价格区间和降重范围均处于较佳区间；钛和镁价格相对较高；碳纤维材料的降重效果最好，但是目前成本过高。根据美国能源部门预

测，碳纤维和碳纤维复合材料 2025 年时成本可降到 3 和 5 美元/磅，假设部件制作成本从 24 欧元/kg 降至 13 欧元/kg，则总成本降至 20-30 欧元/kg，制作周期可由 2020 年的 5 min，2030 年的 2 min，缩短到 2050 年的 1 min。

图84：材料减重与成本增加的关系



资料来源：《车身材料与车身轻量化》2017.8.15，金投网，浙商证券研究所

图85：轻量化材料价格表

材料	价格/欧元·(kg)-1	与钢相比降重 (%)
钢-UHSS/AHSS	0.8-1.5	10-20
铝	3-5	30-50
钛	9-11	40-50
镁	10-20	40-60
碳纤维复合材料	40-80	60-70

资料来源：《车身材料与车身轻量化》2017.8.15，金投网，浙商证券研究所测算

4.4 风险提示

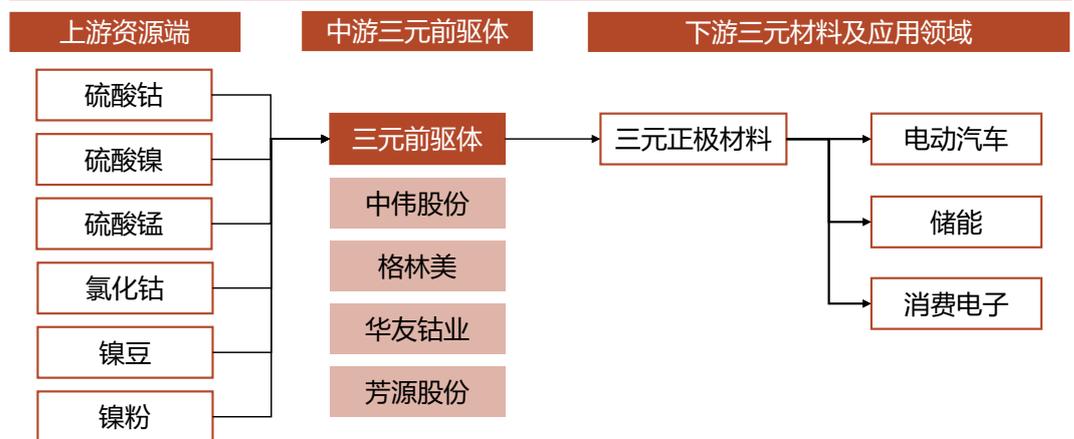
新能源汽车轻量化进程不及预期、新能源汽车销量不及预期、新产品替代风险

5 镍：电池高镍化支撑长期需求

5.1 需求：电池高镍化趋势下，长期需求无虞

三元前驱体是电池产业链中衔接上游资源与下游材料的关键中间产品，上游为镍、钴、锰、铝等金属资源，下游为锂电正极材料，主要应用于动力电池、储能与消费电池领域。

图86：三元前驱体位于产业链中上游，是将资源转换为材料的关键中间体

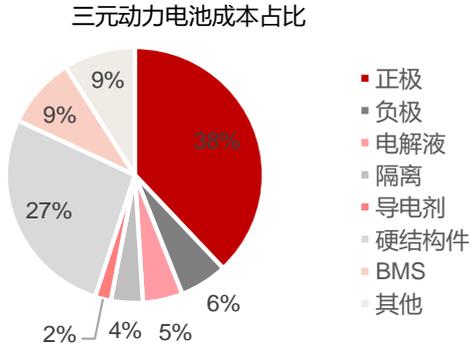


资料来源：浙商证券研究所

三元前驱体在电池产业链中价值量较大。三元正极在三元动力电池成本中占比约四成，而在一吨三元正极材料大约需要约一吨三元前驱体，按 2021 年平均原材料价格估算，

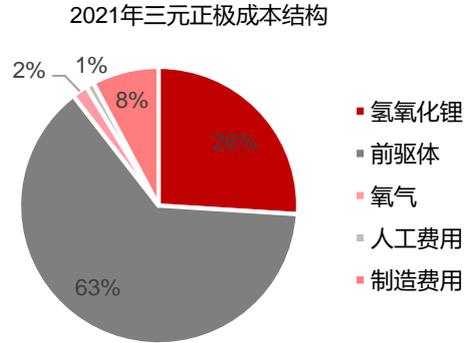
三元前驱体占三元正极成本约六成，进一步估算得到三元前驱体占三元动力电池成本约1/4，是成本占比最大的原材料之一。

图87: 三元正极材料占三元电池成本约四成



资料来源: GGII, 浙商证券研究所

图88: 2021年前驱体占三元正极材料成本约六成



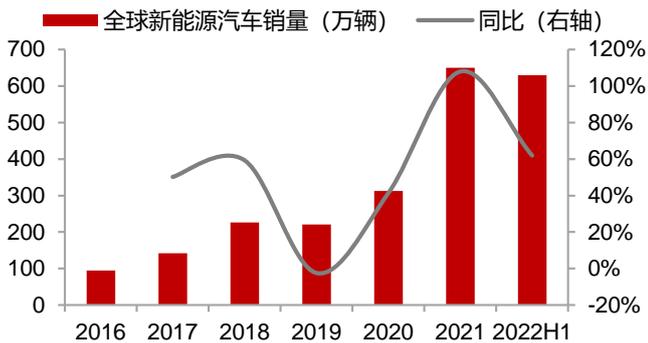
资料来源: 容百科技年报, Wind, 浙商证券研究所测算

三元前驱体在电池产业链中位于中间偏上游位置，下游行业为三元正极材料及锂电池行业，终端应用于电动汽车、储能、消费电子等领域，其中电动汽车是三元前驱体主要终端应用。三元前驱体行业受益于下游动力电池及消费电池领域的需求增长。

5.1.1 新能源车需求高增下的千亿空间市场

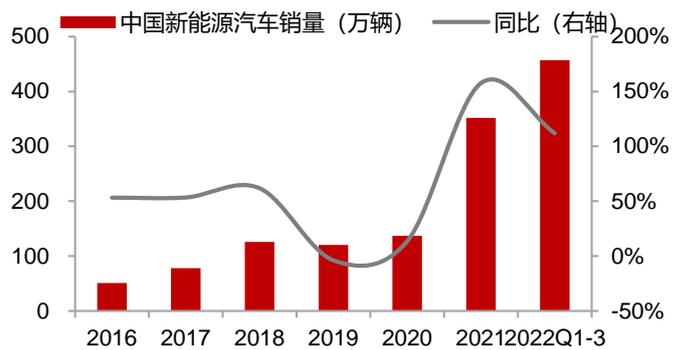
2021年以后国内外新能源汽车市场均呈现快速发展、高景气趋势。据中国汽车工业协会，2021年中国新能源汽车销量352.1万辆，同比增长158%，超越国际增速。2022年新能源车市场景气度不减，随着产品力提升、基础充电设施完善、政策推动等因素影响，我国新能源汽车渗透率快速上升，中汽协数据显示，2022年9月渗透率已提升至27.1%，增长持续超预期；据乘联会预测，2022年我国新能源汽车销量有望突破600万辆。

图89: 全球新能源汽车需求快速提升，2021年增速超过100%



资料来源: EV-Sales, 浙商证券研究所

图90: 2021年中国新能源车销量增速超150%

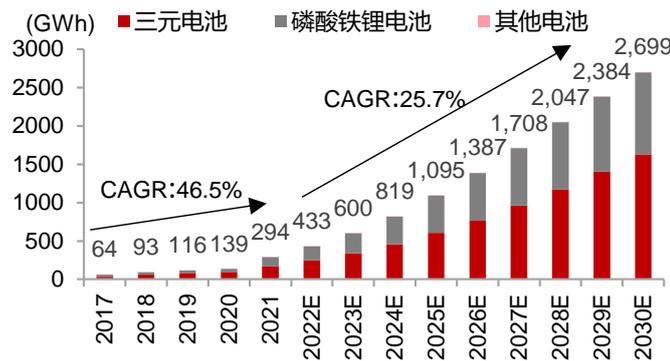


资料来源: 鑫椏资讯, 浙商证券研究所

在新能源车及其他新能源需求高增背景下，锂电产业链各环节快速发展。范围来看，据Frost & Sullivan统计，2021年，全球动力电池总装机量为293.7GWh，同比增长112%，其中三元锂电池装机量约为171.9GWh，占比59%，磷酸铁锂电池装机量约120.9GWh，占比41.9%。据Frost & Sullivan预测，2022-2030年全球动力电池装机量仍将有25.7%的复合增速，市场空间巨大。

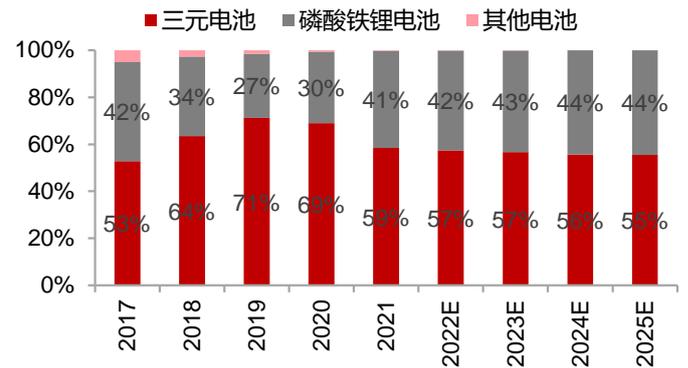
三元正极性能优势日益突出，不惧磷酸铁锂替代。 锂电池正极材料主要分为三元正极材料（NCM/NCA）、磷酸铁锂（LFP）、锰酸锂（LMO）及钴酸锂（LCO）等。三元正极材料综合了镍、钴、锰（铝）三种元素的优点，具有高能量密度、高续航里程的优势，在电动汽车仍需解决里程焦虑的需求下，据 Frost & Sullivan 统计，2017-2019 年三元正极锂电池占比由 53% 提升至 71%，成为主流电动汽车正极材料，尽管短期内由于 2021 年原材料镍价上涨使得三元材料正极占比有所震荡，但长期看三元正极材料性能优势仍难以被取代，随着技术迭代及原材料供给改善，三元正极材料仍拥有较强性价比，将作为动力电池领域的主要正极材料。

图91：全球动力电池装机量快速增长，长期仍有较大发展空间



资料来源：Frost & Sullivan，浙商证券研究所

图92：三元电池是主流的动力锂电池，未来或与铁锂电池共存



资料来源：Frost & Sullivan，浙商证券研究所

三元锂电池凭借高比容量与高电压性能优势，仍将是动力电池领域特别是高端领域的主流选择。 目前高镍三元材料实际比容量达到 200mAh/g 以上，相较于一般的 150mAh/g 左右的普通铁锂电池，高镍三元材料拥有大约 20% 以上的质量能量密度优势，高镍三元电池在体积能量密度上同样具备优势。对于追求续航里程、电池容量的高端新能源车，三元电池仍是电池首选。而磷酸铁锂电池在度电成本、循环次数、电池稳定性上的优势，更适合在低端新能源车及储能领域得到大范围应用。

由于三元锂电池和磷酸铁锂电池的各自优势与各自独特的应用领域，**预计较长时间内三元电池仍将与磷酸铁锂电池保持共存，受技术迭代及原材料价格影响，市场份额或存在阶段性的波动，但不存在大范围相互替代。** 随着高镍、超高镍以及无钴三元电池的技术突破以及在高端新能源汽车市场的竞争优势，尤其是随着特斯拉 4680 大圆柱电池（高镍三元锂电池）的技术突破与产业化（搭配 4680 的 model Y 已在 2022 年在北美交车），高镍三元电池在 800 公里以上续航里程优势明显，将是 A、B 级高端新能源汽车的主要选择。若三元电池性价比进一步提升，有望争夺到更多的中等新能源车份额。

表11：常见锂电池正极材料性能对比，三元材料具备比容量、电压、能量密度优势

电池正极种类	理论比容量 (mAh/g)	实际比容量 (mAh/g)	工作电压 (vs. Li/Li+)	电池能量密度 (以宁德时代度电成本时代产品为例) (元/kWh)
三元材料 (低镍 NCM333)	278	165	2.8~4.3V	200~300Wh/kg, 870~970 元/kWh
三元材料 (高镍 NCM811)	276	205	2.0~4.8V	
磷酸铁锂	170	150	2.5~4.2V	165~200Wh/kg, 670~790 元/kWh
锰酸锂	148	120	3.0~4.3V	/, 低

资料来源：韩啸等《锂离子电池的工作原理与关键材料》，宁德时代公告，鑫椤咨询，浙商证券研究所

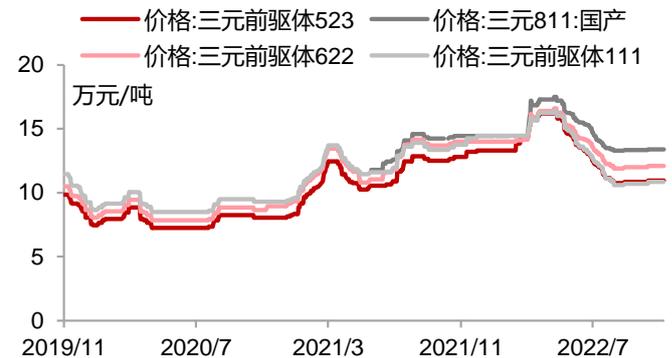
2022年三元前驱体有望崛起成电动车浪潮下的又一千亿级别市场，未来三年空间或少翻一倍。随着全球三元锂电池出货量增速发展，加之部分动力工具、消费电子领域三元锂电池的逐步替代，全球三元前驱体出货量加速发展。据 Frost & Sullivan 统计，2021 年全球三元前驱体材料出货量达 76.33 万吨，同比增长 61.65%。按 Frost & Sullivan 预测数据，2022 年全球三元前驱体出货量达到 102.24 万吨，以 523 型号过去三年平均价格 10.7 万元估算，到 2022 年三元前驱体材料市场规模将达到约 1100 亿元，崛起成为千亿级别市场，预计到 2025 年，出货量有望达到 224 万吨，市场规模有望达到约 2400 亿。

图93：全球三元前驱体出货量加速发展



资料来源：Frost & Sullivan，浙商证券研究所

图94：三元前驱体材料价格前三年均价在 10.7~14.4 万元/吨



资料来源：鑫椤资讯，浙商证券研究所

5.1.2 三元正极及前驱体向高镍高压方向迭代，能量密度提升

动力电池技术趋势仍在于提高能量密度。2020 年，中国汽车工程学会编制《节能与新能源汽车技术路线图 2.0》，计划到 2025 年普及型动力电池电芯能量密度至少达到 200Wh/kg，并且预计在 2025-2035 年，动力电池比容量仍有较大幅度提升，以解决电动车续航里程问题的行业核心痛点。

图95: 未来电池技术发展路线对比容量提出高要求



资料来源: 中国汽车工程学会《节能与新能源汽车技术路线图 2.0》, 浙商证券研究所

高镍三元正极及三元前驱体比容量优势凸显。三元正极材料按照镍、钴、锰（铝）的大致构成比例，可分为 NCM3 系、NCM5 系、NCM6 系、NCM8 系和 NCA。其中，NCM3 系和 NCM5 系镍含量相对较低，技术相对成熟，较早被广泛应用；NCM6 系属于向高镍过渡的产品，NCM8 系和 NCA 属于高镍三元正极材料，镍含量提高有利于增加材料比容量，7 系以上实际比容量可达到 200mAh/g 以上，同时钴含量相对下降减少了三元材料单位成本，符合动力电池高密度、长续航、高性价比的发展趋势；但高镍三元正极材料稳定性不如低镍三元材料，且高镍材料的工艺控制难度、品质管控难度都会提升，因此市场上高镍化的关键技术与工艺仍在不断发展。

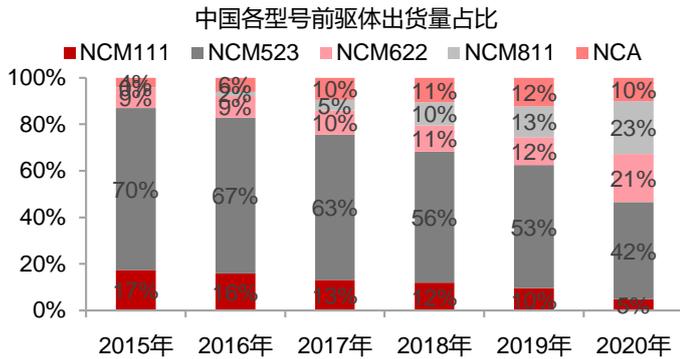
表12: 不同型号三元正极材料性能对比, 高镍型号能量密度高于低镍型号

参数	Ni5 系		Ni6 系		Ni7 系	Ni8 系	Ni9 系
	常规电压	高电压	常规电压	高电压			
理论克比容量 (mAh/g)	276.4		277.4		272	275.1	274.8
实际克比容量 (mAh/g)	170	180	180	195	200	202	214
当前适用电压 (V)	4.25	4.35	4.25	4.4	4.35	4.2	4.2
正极材料能量密度 (Wh/kg)	630.7	680.4	669.6	735.15	750	739.32	783.24

资料来源: 厦钨新能公告, 浙商证券研究所 注: 正极材料能量密度 $W=qU$ (容量×电压)

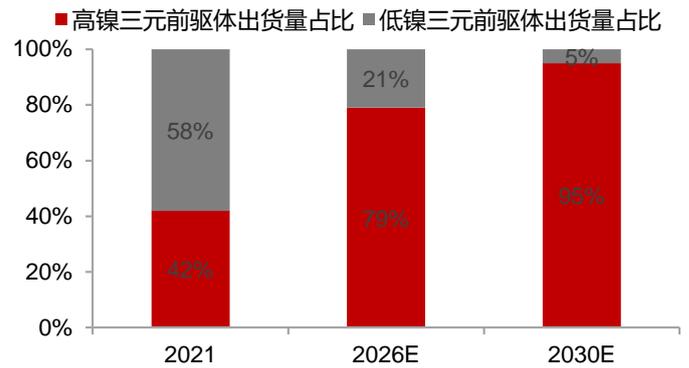
技术进步带来的能量密度优势下，三元前驱体产品的高镍化趋势明显。2015-2020 年，高镍细分型号 NCM811 出货量占比分别由 0.1% 提升到 23%，NCA 占比由 4% 提升至 10%，高镍过渡产品 NCM622 占比由 9% 提升至 21%，高镍产品占比提升加速。据 Frost & Sullivan, 2021 年全球高镍前驱体（8 系及以上）出货量占比已提升至 42%，预计到 2026 年将提升至 79%。

图96: 三元前驱体产品的高镍化趋势明显



资料来源: GGII, 浙商证券研究所

图97: 预计未来高镍三元前驱体将占据全球大部分市场份额

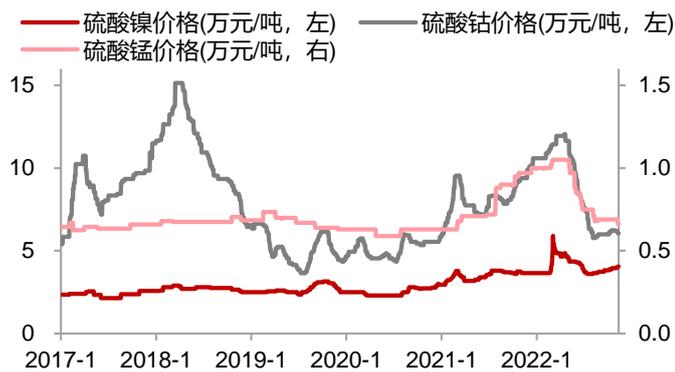


资料来源: Frost & Sullivan, 浙商证券研究所

5.1.3 镍产能释放驱动镍价下行, 三元电池单价劣势缩窄

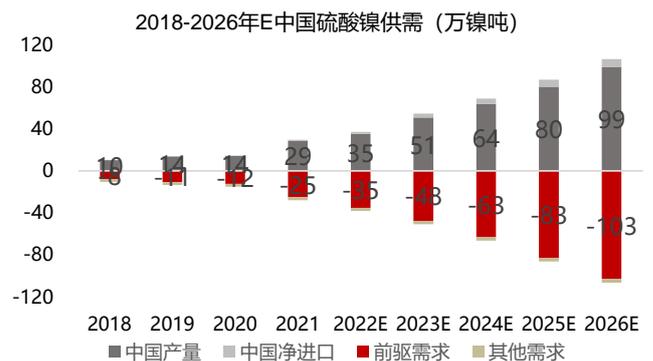
镍钴锰等主要原材料价格趋稳, 带动三元前驱体成本下行。三元前驱体主要原材料硫酸镍、硫酸钴、硫酸锰等, 在 2020-2022 年上半年由于供需错配硫酸镍等原材料历经大幅攀升, 2022 年下半年硫酸镍价格环比回落。三元前驱体定价采用成本加成模式, 硫酸镍作为三元前驱体主要原材料, 若硫酸镍下行有望带动三元前驱体价格下行, 进一步降低三元正极电池原材料成本, 据 SMM 预计, 2023 年国内硫酸镍产量约 51 万吨, 前驱体需求仅 48 万吨, 原材料供给有所改善, 或将供过于求, 进而驱动的硫酸镍价格下行。

图98: 2022年下半年硫酸镍等原材料价格环比回落



资料来源: Wind, 浙商证券研究所

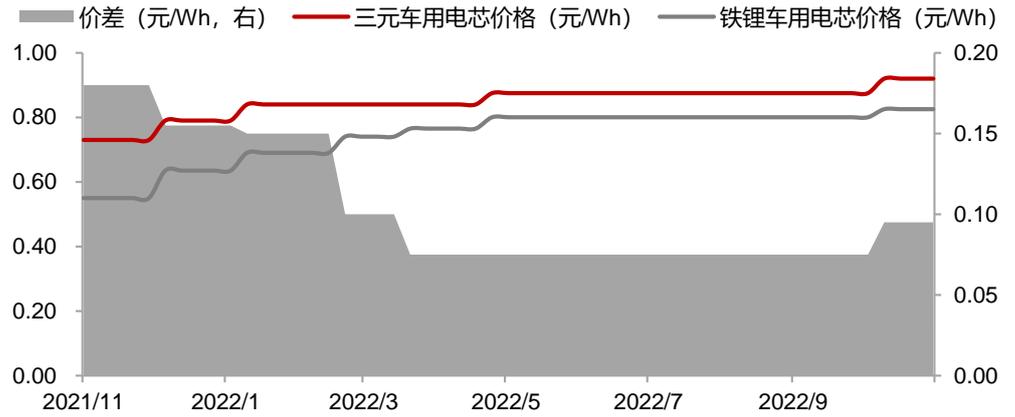
图99: 23年硫酸镍原材料产能有较大释放



资料来源: SMM, 浙商证券研究所

三元材料电池的原材料成本持续下降, 使得三元电池性价比回升, 有利于带动三元电池市场份额增长, 从而拉动三元前驱体需求。2022年3月后, 三元车用电芯与铁锂车用电芯单价差由 0.15 元/Wh 快速收窄至 0.08~0.10/Wh 之间, 三元电池性价比提升显著。

图100: 三元电池电芯相对磷酸铁锂电池单价劣势进一步缩窄



资料来源: 鑫椏资讯, 浙商证券研究所

通过测算锂镍原材料对三元电池和磷酸铁锂成本的影响, 发现镍盐、锂盐降价均有利于提高三元电池性价比, 但硫酸镍价格是影响性价比的主要变量。

假设高镍三元电池消耗硫酸镍量及锂盐(折算碳酸锂当量)量分别约为 4.2kg/kWh 及 0.68/kWh, 磷酸铁锂电池消耗锂盐(折算碳酸锂当量)约为 0.63kg/kWh, 按目前硫酸镍价格及碳酸锂价格分别为 40500 元/吨及 566500 元/吨计算, 三元电池和铁锂电芯的镍盐与锂盐总成本分别为 555 元/kWh、357 元/kWh; 根据鑫椏咨询, 我们假设该成本对应的三元电芯与铁锂电芯价差约 95 元/kWh。从成本结构可知, 三元电池成本受到镍价与锂价双重影响, 镍价锂价下跌均有利于三元电池成本下降, 而磷酸铁锂电池成本仅受到锂价影响, 锂价下降有利于磷酸铁锂价格下降。

假设价格与成本同步变动, 将两种电池成本下降幅度相减, 可得到镍价、锂价变化对两种电池价差的影响。从测算结果可得, 镍价变动是影响三元与磷酸铁锂电池电芯价格差变化的主要因素, 当硫酸镍价格在目前 44600 元/吨基础上每变动 10%, 两种电池电芯价差下降约 17 元/kWh, 若价格下降 50%, 三元电芯电价格可与磷酸铁锂价格持平。

图101: 镍盐及锂盐价格变化对高镍三元电芯成本的影响

三元变动 元/kWh	镍价变化										
	-50%	-40%	-30%	-20%	-10%	0%	10%	20%	30%	40%	50%
-50%	-278	-261	-244	-227	-210	-193	-176	-159	-142	-125	-108
-40%	-239	-222	-205	-188	-171	-154	-137	-120	-104	-87	-70
-30%	-200	-183	-167	-150	-133	-116	-99	-82	-65	-48	-31
-20%	-162	-145	-128	-111	-94	-77	-60	-43	-26	-9	7.51
-10%	-123	-106	-89	-72	-56	-39	-22	-5	12	29	46.1
0%	-85	-68	-51	-34	-17	0	17	34	51	68	84.7
10%	-46	-29	-12	5	22	39	56	72	89	106	123
20%	-8	9	26	43	60	77	94	111	128	145	162
30%	31	48	65	82	99	116	133	150	167	183	200
40%	70	87	104	120	137	154	171	188	205	222	239
50%	108	125	142	159	176	193	210	227	244	261	278

资料来源: WIND, 鑫椏资讯, 浙商证券研究所测算

图102: 镍盐及锂盐价格变化对磷酸铁锂电芯成本的影响

铁锂变动 元/kWh	镍价变化										
	-50%	-40%	-30%	-20%	-10%	0%	10%	20%	30%	40%	50%
-50%	-179	-179	-179	-179	-179	-179	-179	-179	-179	-179	-179
-40%	-143	-143	-143	-143	-143	-143	-143	-143	-143	-143	-143
-30%	-107	-107	-107	-107	-107	-107	-107	-107	-107	-107	-107
-20%	-71	-71	-71	-71	-71	-71	-71	-71	-71	-71	-71
-10%	-36	-36	-36	-36	-36	-36	-36	-36	-36	-36	-36
0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10%	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	35.7
20%	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71.5
30%	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107	107
40%	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143
50%	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179	179

资料来源: WIND, 鑫椏资讯, 浙商证券研究所测算

图103: 镍盐及锂盐价格变化对高镍三元电池与磷酸铁锂电芯价格差的影响

价差(三元-铁锂) 元/kWh		镍价变化										
		-50%	-40%	-30%	-20%	-10%	0%	10%	20%	30%	40%	50%
锂价 变化	-50%	-4	13	30	47	64	81	97	114	131	148	165
	-40%	-1	16	33	49	66	83	100	117	134	151	168
	-30%	1	18	35	52	69	86	103	120	137	154	171
	-20%	4	21	38	55	72	89	106	123	140	157	174
	-10%	7	24	41	58	75	92	109	126	143	160	177
	0%	10	27	44	61	78	95	112	129	145	162	179
	10%	13	30	47	64	81	97	114	131	148	165	182
	20%	16	33	50	66	83	100	117	134	151	168	185
	30%	18	35	52	69	86	103	120	137	154	171	188
	40%	21	38	55	72	89	106	123	140	157	174	191
	50%	24	41	58	75	92	109	126	143	160	177	194

资料来源: WIND, 鑫椏资讯, 浙商证券研究所

5.2 供给: 前驱体龙头持续放量, 加速布局镍资源

5.2.1 行业格局集中, 龙头份额提升

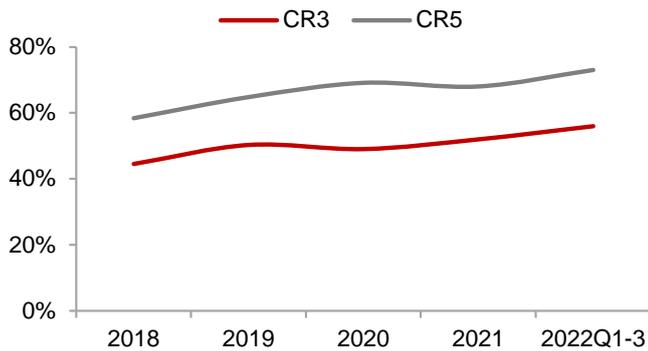
三元前驱体格局集中, 市场份额向优质厂商倾斜。目前我国在三元前驱体研发与生产方面, 已经处于全球领先地位。中国是三元前驱体主要生产国, 2021年中国占全球三元前驱体产量比例约83%。国内三元前驱体行业格局集中度高且连年提升。据鑫椏资讯, 2021年前驱体行业CR3达52%, 相较2018年45%提升7pct; 整体市场份额向优质厂商倾斜, 2022年前三季度, 中国三元前驱体行业中伟股份、格林美、湖南邦普(宁德时代子公司)和华友钴业市占率位居全国前四, 市场占比分别为27%、16%、13%与11%; 另外芳源股份生产高镍前驱体产品, 主要供应松下、贝特瑞、当升科技等, 技术实力在行业中也处于领先地位。

图104: 中国三元前驱体产量占全球约八成



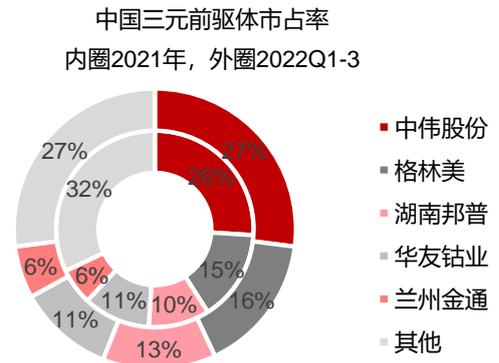
资料来源: 鑫椏资讯, 浙商证券研究所

图105: 三元前驱体行业集中度持续提升



资料来源: 鑫椽资讯, 浙商证券研究所

图106: 三元前驱体行业龙头市占率稳固



资料来源: 鑫椽资讯, 浙商证券研究所

5.2.2 技术+资源双维度竞争, 有望强者恒强

三元前驱体行业竞争主要在技术与资源维度。1) 技术维度, 三元前驱体的工艺严苛, 设备具有壁垒, 而由于下游客户对产品指标上的需求存在一定程度定制化, 需要前驱体企业灵活调整制备参数以使得生产产品满足不同客户需求。同时前驱体行业向高镍、超高镍方向发展, 高镍技术的研发与高镍产品布局能够为公司一定产品溢价, 使得公司盈利能力提高。2) 资源维度, 前驱体约九成成本来自于原材料, 主要涉及镍矿、钴矿矿产资源, 稳定而低廉的原材料供给能保障公司成本端优势, 特别在技术迭代趋于尾声, 资源在决定企业市场地位及盈利能力的重要性更为凸显, 到行业发展后期, 资源端自给率高、且资源成本较低的企业或具备更强盈利能力优势。

国内前驱体生产商主要有三种类型, 由于业务布局差异, 不同类型竞争力各有差异:

1、专业三元前驱体加工商: 代表企业为中伟股份、芳源股份。

中伟股份是专业从事前驱体研发生产的加工商, 凭借长期技术优势及产能高速扩张, 目前市占率已达到行业第一。公司资源端短板较明显, 正加速布局上游资源端及电池回收, 解决原材料的供应与成本问题, 夯实技术+成本的双重壁垒, 进一步拓宽企业护城河。

芳源股份是专注于高镍三元材料尤其是 NCA 材料的前驱体加工商。公司掌握高镍 NCA 前驱体核心技术, 其中 NCA87 和 NCA91 是公司核心产品, 依托公司在高镍前驱体的技术积累, 公司主要服务于松下-特斯拉等高端产品供应链。

2、镍资源、三元前驱体一体化布局企业: 代表企业为华友钴业、格林美。

华友钴业从铜钴矿企向锂电材料一体化企业转型。依托在上游钴、镍资源端的先发优势, 已实现钴镍资源-冶炼加工-三元前驱体-正极材料的一体化布局, 在保障金属资源稳定供应的同时构筑成本壁垒。截至 2022 年底, 公司投产三元前驱体产能将达到约 16.5 万吨, 至 2023 年末总产能将达约 34 万吨。上游资源端, 公司非洲铜钴矿为公司保障充足钴资源, 进几年在印尼加速投资红土镍矿湿法冶炼项目, 截至 2022 年 11 月已形成约 64.5 万金吨的在产、在建或规划的镍资源产能, 为公司前驱体供应链提供稳定而低成本原材料。

格林美分别与青山集团、嘉能可签订长约保障镍、钴资源的稳定供应, 公司通过镍矿+资源回收完善镍资源供应链布局, 与其他企业合资在印尼投资红土镍湿法冶炼项目, 同时

格林美较早布局资源回收端，通过镍矿+回收公司具备一定成本端优势，同时具备高镍、单晶方向技术优势，目前公司产品结构优化，高镍单晶产品占比提升，产品具有溢价能力。

3、前驱体-正极材料一体化材料加工商：代表企业：容百科技、长远锂科。

前驱体-正极材料一体布局材料加工商在三元前驱体行业总共的市场份额较低，且由于前驱体与正极材料制备工艺分别属于湿法工艺（共沉淀法）与火法工艺（高温固相法），工艺上并无协同效应，目前正极材料加工商布局前驱体的产能仍有限。

5.2.3 龙头产能持续放量，下游订单饱满

头部企业产能加速扩张，集中度将进一步提升。头部企业均有着较大规模的产能扩张计划，用以满足下游旺盛需求，在规模效应降本的同时继续提高市场份额。各前驱体龙头公司中前驱体产能布局最快的是中伟股份，预计至2022年底中伟股份将形成33万吨前驱体产能，较2020年底增长200%，预计到2024年中伟建成60万吨前驱体产能，2021-2024年产能复合增速达53%，超过三元前驱体行业出货量39%的复合增速，同时公司手握订单充足，预计中伟股份市场占有率将进一步提高。华友钴业三元前驱体将有约16.5万吨产能集中在今年年底到明年释放，明年有望迎来三元前驱体高速业绩增长。格林美产能布局节奏相对较缓，但出货结构良好，以高镍、超高镍产品为主导。预计到2022年底产能达28万吨，公司计划在2026年布局产能50万吨。芳源股份2022年5万吨产能投产，预计到2024年仍有2.5万吨高镍前驱体产能布局。

表13：头部前驱体公司产能高速增长

三元前驱体产能（万吨）	2020年底	2021年底	2022年底	2023年底	远期
中伟股份	11.0	18.0	33.0	50.0	60（2024年）
华友钴业	11.5	14.0	16.5	34.0	
格林美	13.0	23.0	28.0		50（2026年）
芳源股份	2.7	3.6	8.6	8.6	11.1（2024年）

资料来源：公司公告，浙商证券研究所

头部前驱体厂商的产能扩建基本匹配下游头部正极厂商的扩产计划。在积累的技术及产能优势下，龙头企业如中伟股份、格林美、华友钴业纷纷与下游电池或整车厂商锁定长期大额订单，本质是为了供应链安全，产能、技术、成本缺一不可，这也将进一步提高市场份额。

表14：三元前驱体企业2022年重大销售合同一览表

公司	客户	2022年三元前驱体重大销售合同（截至2022年11月15日）
中伟股份	特斯拉	公司将在2023年1月至2025年12月期间向特斯拉供应电池材料三元前驱体产品。合同交易金额占公司最近一个会计年度经审计主营业务收入50%以上。
中伟股份	瑞浦兰钧	预计2022年-2030年，瑞浦兰钧将向公司采购三元前驱体、磷酸铁产品总量80万吨-100万吨。
中伟股份	贝特瑞	双方同意将就动力电池用三元前驱体产品建立长期供销关系。
格林美	厦钨新能	公司与厦钨新能签署新一代三元前驱体合作开发以及2023-2027年供应45.5-54万吨三元前驱体协议。
格林美	ECOPRO BM	公司将于2023-2026年向ECOPRO BM供应动力电池用高镍前驱体材料（NCA&NCM）的总量扩大为70万吨。
格林美	容百科技	2022-2026年，容百科技预计向公司采购前驱体不低于30万吨。
华友钴业	特斯拉	公司拟于2022年7月1日至2025年12月31日期间向特斯拉供应电池材料三元前驱体产品。

资料来源：公司公告，浙商证券研究所

5.3 未来展望：三元电池竞争力持续提升拉动前驱体需求

5.3.1 印尼 NPI 放量，镍价或回归基本面价值

印尼镍产能集中释放，全球镍供需格局反转。供给端，据 SMM 预测，2023-2024 年全球原生镍将新增供给约 66 万吨、46 万吨，其中印尼 NPI 未来两年每年将释放 40 万吨左右的原生镍新增供给，是新增供给的主要部分。需求端增长主要由不锈钢及电池材料拉动。按照 2017-2021 年中国/全球不锈钢产量增速 4%/3%以及 2022-2024 年电池用镍增速分别为 42%/34%/32%计算，预计 2024 年不锈钢/电池用镍需求分别为 229/74 万吨。

2022-2024 年全球镍供给或整体过剩。主要由于印尼镍铁项目未来每年约 40 万吨集中投产，预计 22-24 年分别供给过剩 1、39、55 万吨。

表15：全球原生镍供需平衡表

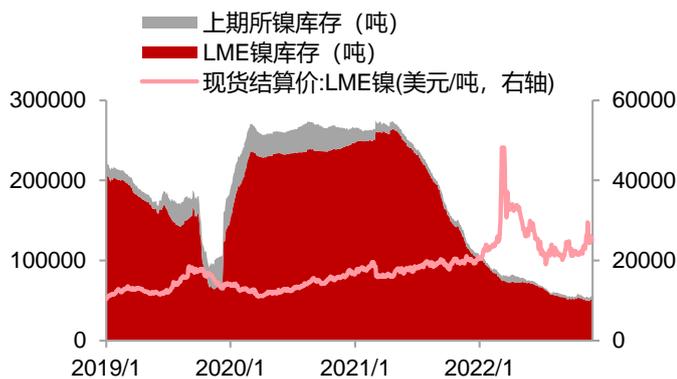
单位：万金属吨	2020	2021	2022E	2023E	2024E
供给：					
纯镍	85	78	84	86	89
镍铁	39	40	38	42	43
中国 NPI 产量	51	43	40	39	38
印尼 NPI 产量	59	89	114	155	186
原生镍盐	10	14	31	52	65
其他	10	8	7	7	7
供给合计	254	272	315	381	427
需求：					
中国+印尼不锈钢	127	158	165	175	184
其他国家不锈钢	37	44	43	44	45

不锈钢	164	202	209	219	229
电池材料	17	29	42	56	74
电镀	11	12	11	12	13
合金	34	40	40	42	44
其他	10	12	12	12	12
需求合计	235	294	314	342	372
供需平衡(+过剩/-短缺)	18	-22	1	39	55

资料来源：SMM，浙商证券研究所测算

电解镍库存仍处低位，支撑镍价高位震荡。2022年下半年整体镍价仍在高位震荡，系由于2022年全球疫情反复，影响了新增产能投产进度，一级镍结构性短缺，导致显性库存持续下降，截至11月30日LME库存已下降至5.2万吨，为2009年以来最低值。预计2023年供给端进一步释放，有助于缓解供需矛盾，预计23年镍价将出现拐点，但是结合目前电解镍在历史性低库存状态，我们预计镍价仍将在短期内维持高位的震荡。

图107： 电解镍库存仍处历史低位，支撑镍价高位震荡



资料来源：Wind，浙商证券研究所

图108： 2022年下半年国内港口镍矿库存回升



资料来源：Wind，浙商证券研究所

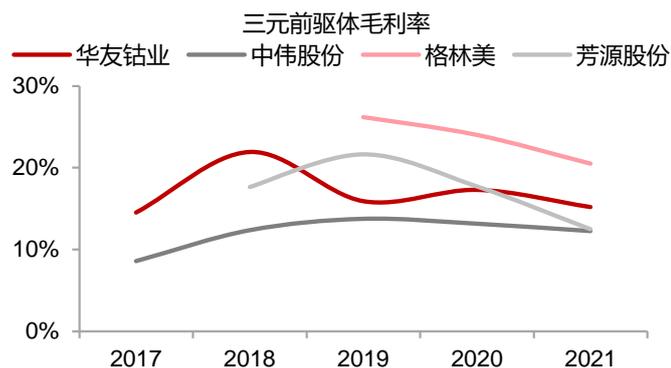
5.3.2 加工环节技术优势存在天花板，纵向一体化打开盈利空间

三元前驱体短期看技术优势，长期看成本优势。三元前驱体加工环节毛利润均值普遍在1.0万元/吨左右，行业单吨净利润普遍在0.4-0.6万元左右。高镍产品、出口海外产品、定制化产品毛利润更高，故短期内技术优势更明显企业能获得更高的产品价格从而获得超额利润。随着企业高镍产品占比的提升及技术迭代趋缓，三元前驱体大宗商品属性逐渐明显，价格终将回归均值，控成本成为更重要的超额毛利来源。芳源股份主打高镍NCA前驱体产品，随着技术优势慢慢被追平，芳源股份单吨毛利呈下降趋势。

向资源端布局的纵向一体化战略将有助于打开盈利空间。华友钴业与格林美相较于中伟股份毛利率与单吨毛利率更高，在于华友钴业在三元前驱体行业中最早布局上游镍资源，格林美重点布局电池资源回收，原材料成本相对较低。

图109： 纵向一体化企业前驱体毛利率高于独立加工商

图110： 纵向一体化企业前驱体单吨毛利高于独立加工商



资料来源：公司公告，浙商证券研究所

资料来源：公司公告，浙商证券研究所

高镍趋势下三元前驱体硫酸镍镍原料单耗提高，镍资源布局重要性提升。根据三元前驱体相关分子量及制备化学方程式，考虑到原材料损耗影响，测算得到三元前驱体原材料单耗及原材料成本，得到每吨 NCM811、NCM622、NCM523 三元前驱体分别消耗硫酸镍 2.32、1.75、1.46 吨，对应每吨硫酸镍原材料成本分别为 9.41、7.08、5.93 万元，占原材料比重逐步提高。布局镍资源、纵向一体化以实现降本的作用日益突出。

表16: 不同型号三元前驱体材料单耗及成本测算，高镍产品镍原材料成本占比提升

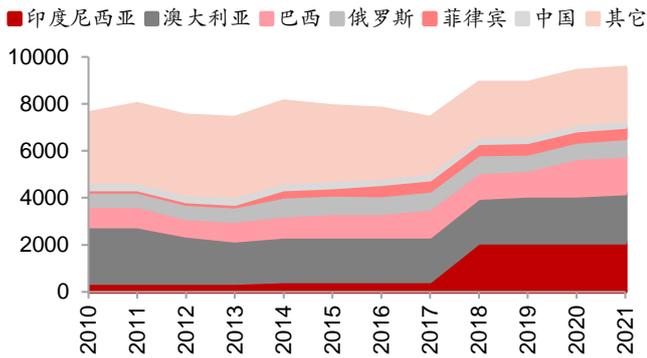
三元前驱体型号	NCM811				NCM622				NCM523	
	原材料种类	估算单耗	价格 (万元/吨)	原料成本 (万元/吨)	估算单耗	价格 (万元/吨)	原料成本 (万元/吨)	估算单耗	价格 (万元/吨)	原料成本 (万元/吨)
硫酸镍		2.32	4.05	9.41	1.75	4.05	7.08	1.46	4.05	5.93
硫酸钴		0.31	6.05	1.88	0.62	6.05	3.77	0.63	6.05	3.79
硫酸锰		0.19	0.66	0.12	0.37	0.66	0.25	0.56	0.66	0.37

资料来源：Wind，浙商证券研究所测算 注：1) 假设损耗 2% 原材料；2) 原料价格为 2022 年 11 月 15 日价格

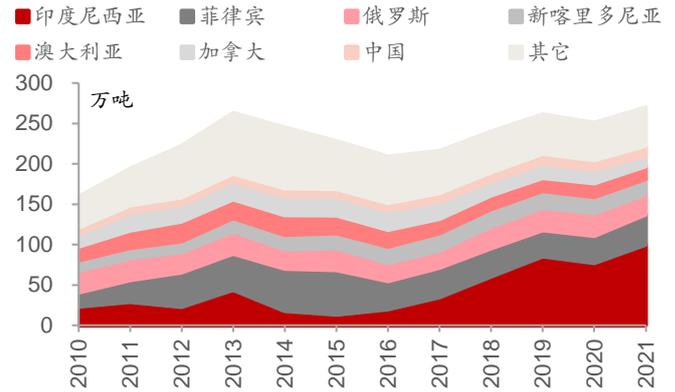
印尼镍资源丰富，经济性凸显，是前驱体企业镍资源布局的主要地点。根据 USGS 数据，2021 年全球可采镍资源储量超过 9500 万金属吨，主要分布在印尼、澳大利亚、巴西等国，按照镍矿成分，主要可分为红土镍矿和硫化镍矿，其中红土镍矿占比约 60%，主要分布在赤道附近地带，如印尼、菲律宾，硫化镍矿占比约 40%，主要分布在纬度较高地区，如加拿大、俄罗斯。红土镍矿具有储量大、品位高、开采难度低、成分复杂、冶炼难度较大的特点，随着湿法与火法冶炼技术的升级，印尼镍资源冶炼成本降低、经济性凸显，自 2018 年起开始成为全球最大镍资源产出国，同时也吸引了许多中资企业关注与投资，华友钴业、中伟股份、格林美等前驱体企业纷纷布局印尼镍资源。

图 111: 2021 全球镍矿主要分布在印尼、澳大利亚、巴西等国

图 112: 2021 年印尼是全球镍矿最大产出国



资料来源: Wind, 浙商证券研究所



资料来源: Wind, 浙商证券研究所

目前以印尼红土镍矿为资源冶炼生产硫酸镍的工艺主要有湿法、火法两种。湿法工艺路径为红土镍矿湿法冶炼-湿法中间品-硫酸镍，以上层易开采低品位红土镍矿为原料；火法工艺路径为有火法冶炼-镍铁-高冰镍-硫酸镍，以下层的高品位红土镍矿为原料，另外中伟股份首次采用与火法冶炼--富氧侧吹-高冰镍-硫酸镍火法工艺，能实现对低品位红土镍矿的综合利用。

表17: 硫酸镍生产路径对比

原料	优点	缺点
镍豆(粉)	可直接投入三元电池前驱体生产线 投资相对较少, 施工周期短 供应相对简单, 环保资质要求相对低 总现金成本较低	经济性不强, 成本较高
湿法冶炼中间品	生产过程相对安全, 无高温高压环境 原料为褐铁矿层红土镍矿, 供应充足成本较低	尾渣量较大, 处理成本高 投资周期长, 风险高
高冰镍(红土镍矿)	建设周期短, 投资成本相对较低 工艺灵活	原料为腐泥土层红土镍矿, 成本较高 生产过程能耗高
再生镍	现金成本相对较低 生产过程相对安全, 无高温高压生产环境	供应量不稳定, 受下游消费影响, 动力电池目前回收量较少 供应商分布较为零散

资料来源: 任鑫等《我国硫酸镍产业发展趋势及对策研究》, 浙商证券研究所测算

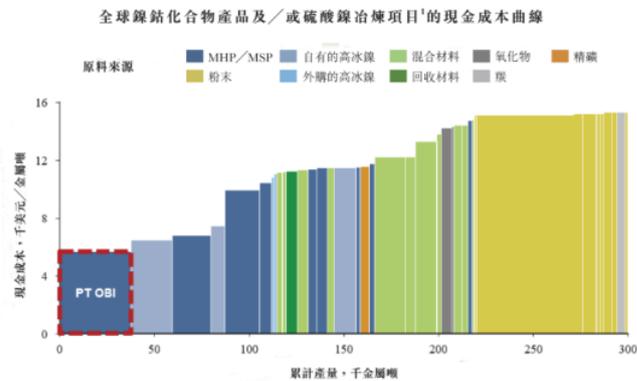
湿法项目优势在于冶炼成本较火法低。湿法硫酸镍冶炼成本约 1.0-1.1 万美元/金吨, 但缺点在于前期投资较大, 以华友的湿法冶炼项目为例, 单吨镍金属前期投资额约 2 万美元上下。火法项目则冶炼工艺相对成熟, 前期资本开支较低。以中伟的火法项目为例, 投资额约 1 万美元/金吨, 但火法冶炼生产高冰镍完全成本略高于湿法工艺, 约 1.2 万美元/金吨。在路径选择上, 华友钴业、格林美以湿法冶炼为主, 中伟股份以火法工艺为主。

表18: 前驱体龙头公司向镍钴资源端布局

公司	项目	股权	工艺	镍产能 (万金吨)	钴产能 (万金吨)	投资额 (亿美元)	投产/建成时间
中伟股份	中青新能源	70%	火法	6		6.6	2022年2月投产
	中伟兴全	70%	火法	4		4.2	规划
	中伟兴球	70%	火法	4		4.2	规划
	中伟兴新	70%	火法	4		4.2	规划
	翡翠湾项目	50%	火法	2.75		1.5	规划
华友钴业	华越	58%	湿法	6	0.78	12.8	22年4月达产
	华科	70%	火法	4.5		5.2	22年11月投产
	华飞	51%	湿法	12	1.5	20.8	23年6月投产
	大众、青山合资		湿法	12	1.5		规划
	与淡水河谷合资	80%	湿法	12	1.5		规划
	与淡水河谷合资		湿法	6			规划
	华山(加工MHP)	68%	湿法	12		26	规划
格林美	青美邦	63%	湿法	7.3	0.4	13.7	2022年9月,一期3万吨投产
	与伟明、Merit 合资		湿法	5			规划
	与ECOPRO、SKOn 合资		湿法	3			规划

资料来源:公司公告,浙商证券研究所测算

图113: 全球镍钴化合物现金成本曲线, 印尼镍矿湿法冶炼项目(蓝色)现金成本在全球镍矿中最低



资料来源: 灼识咨询, 浙商证券研究所

5.4 风险提示

高镍产业化进度不及预期、新能源车销量不及预期、原材料价格不稳定、价格竞争超预期

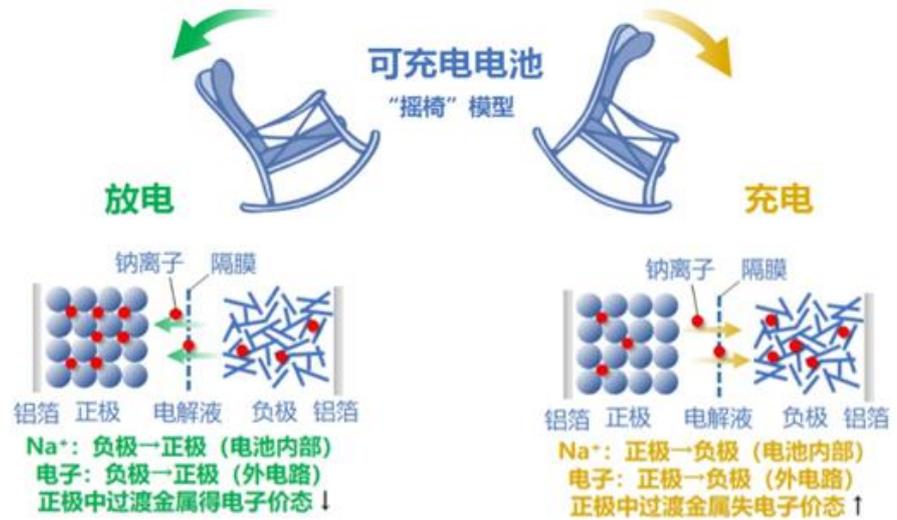
6 钠: 钠离子电池空间释放, 未来可期

6.1 研发突破+需求倒逼, 构建钠电发展核心驱动力

钠离子电池与锂离子电池工作原理相同, 即在充放电过程中, 锂离子在正、负极之间往返嵌入/脱嵌和插入/脱插, 也被称为“摇椅电池”。锂离子电池主要依靠锂离子在正极

和负极之间移动来工作，使用嵌入的锂化合物作为正极材料。钠离子电池的工作原理是：充电时， Na^+ 从正极脱嵌，经过电解质嵌入负极；放电时则相反。

图114： 钠离子电池充放电原理



资料来源：中科海纳官网，浙商证券研究所

6.1.1 万事俱备：研发突破底层创新

一、20 年滞后期，钠离子电池产业化大势所趋

以锂离子电池发展路径为参考，复盘钠离子电池发展之路，可以发现钠离子的发展可以分为五个时期：萌芽期（1970s-1980s）、停滞期（1980s-2000s）、复苏期（2000s-2010s）、成长期（2010s-2020s）、爆发期（2020s-）。

（一）萌芽期：钠离子电池和锂电池的研发均起源于上世纪 70 年代，几乎是同步展开研究，并同步提出适用于正极的材料。1979 年，法国 Armand 提出“摇椅电池”概念。起初锂、钠金属作为电池负极、 TiS_2 作为正极，随着技术的逐步发展，嵌入化合物替代金属负极有效解决了锂枝晶的生长问题，层状金属氧化物代替 TiS_2 有效提升了开路电压和电化学可逆性，大幅改善电池容量和循环性能，至此锂钠处于同一起跑线。

（二）停滞期：1981 年，石墨储锂机制被发现，并以此为负极开发出摇椅式锂离子电池，锂离子电池实现核心技术突破。然而钠离子相较于锂离子半径更大，无法有效嵌入脱出石墨，负极材料储钠能力欠缺，对钠离子电池的研究陷入停滞。这一时间点成为两类电池发展的转折点，随着 1991 年 Sony 首次实现锂离子电池的商业化，两者的发展差异进一步扩大。在 20 世纪 80 年代到 21 世纪初，钠离子电池的研究投入大幅度降低，逐渐淡出人们的视野。

（三）复苏期：20 世纪初，适用于钠离子电池的硬碳负极材料终于被开发，打破钠离子电池发展瓶颈，钠离子电池进入缓慢复苏期。但随着 2006 年 ET(Energy Technology)的铺开，电动汽车需求高涨，具有适合电压高、能量密度大等汽车用二次电池性能的锂离子电池发展如火如荼，替代需求不足，钠离子电池性能也深受诟病，关注度低。

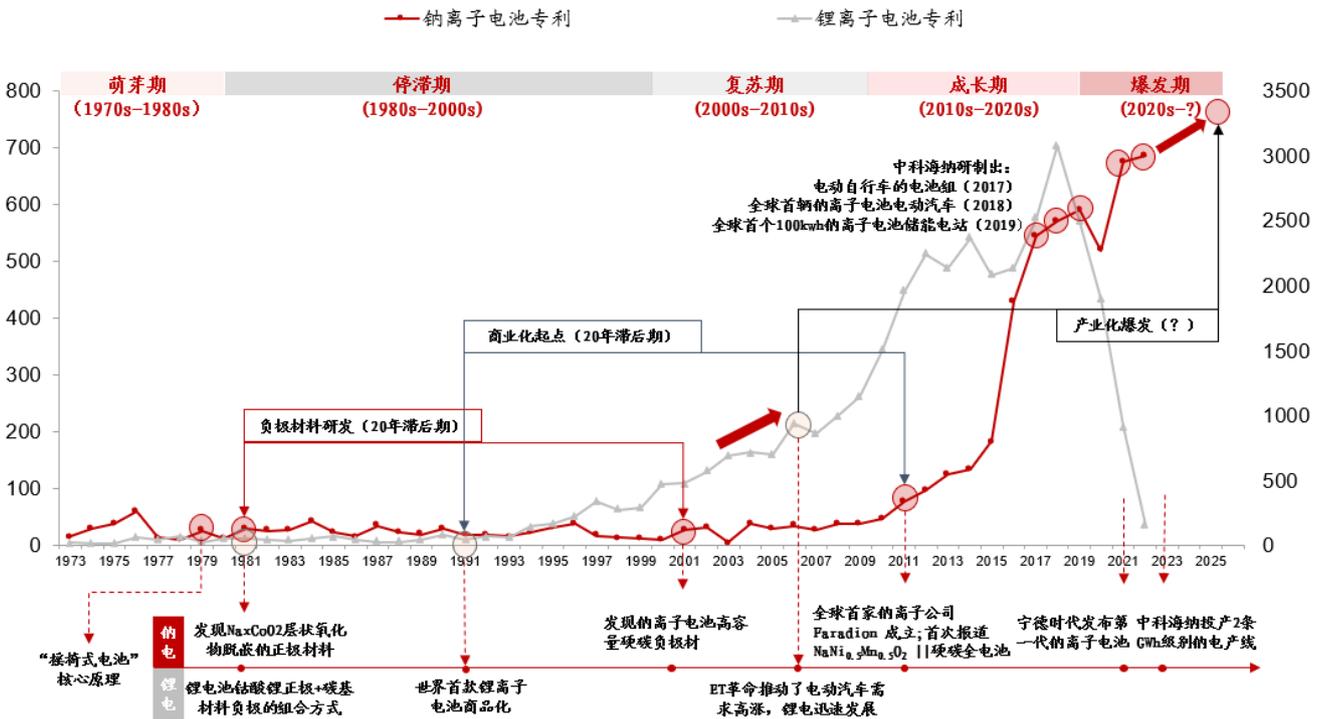
（四）成长期：2011 年，全球首家钠离子电池公司英国 Faradion 建立，日本 Komaba 等也首次报道 $\text{NaNi}_{10.5}\text{Mn}_{0.5}\text{O}_2$ || 硬碳全电池性能，钠离子电池开始商业化之路。锂离子电池研究和产业链趋于成熟，人们对锂资源的担忧日渐突出，钠离子开始集中研发。在这十

年的时间内，美国 Goodenough 等提出普鲁士白正极，中科院物理所胡胜勇等首次提出低成本煤基无定型碳负极材料，研发开始大跨步向实际应用迈进。到了 2017 年，中科海乃承袭中科院物理研究所成果，正式成立，相继将钠离子电池应用于电动自行车、电动汽车和储能电站领域，钠离子电池应用蓝海逐步铺开。

(五) 爆发期：锂离子电池成本激增，锂资源供需矛盾成为新的发展痛点，寻求技术补充或技术替代成为锂电池发展的必经之路。与此同时，钠离子电池新技术成熟度的提高以及应用场景逐步完善，兼之龙头电池企业的头部带动效应，钠离子电池进入产业爆发期。目前锂电 know-how 进入瓶颈期，从整体性调整进入系统性微调。伴随着储能项目的布局展开，钠离子电池开始产业化之路，有望在 5 年内迎来产能爆发。

对比锂离子电池发展之路，钠离子电池发展呈现出明显的“20 年滞后期”规律。在负极材料这一关键技术突破方面，锂电池出现于 1981 年，钠离子电池滞后 20 年，在 2001 年首次研发成功；在商业化方面，1991 年锂离子电池开启商业化进程，2021 年全球首家钠离子电池公司成立，相较于锂离子电池滞后 20 年；在产业化爆发方面，2006 年锂离子电池伴随着 ET 革命，乘电动汽车东风而起，如今随着低碳时代的到来和储能电池的行业产能释放，钠离子电池产业化大势所趋。

图 115：从专利布局看钠离子电池行业发展



资料来源：中国专利信息中心，中国科学院物理研究所，Murata，浙商证券研究所

钠离子电池的生产工艺与锂离子电池趋同，技术可复刻，设备可迁移，钠离子产业化时间有望进一步提前。钠离子电池生产工序主要包括极片制作（搅拌、涂布、辊压、分切）、电芯制作（卷绕/叠片、焊接、封装、注液）和电化学过程（预化、化成分容），整体生产工艺与锂离子电池类似，仅在负极集流体上换用铝箔以及原材料调整。锂离子电池经过多年的技术积累，在生产方面积累了深厚的技术经验。对于现有的锂电企业来说，从锂

电到钠电的转折不是整体公司生产线的调整，而是基于原料的变化所进行的适应性改变，产线可迅速切换，技术迁移路径短，钠离子电池的生产壁垒几乎没有。

图116: 钠离子电池技术工艺（与锂离子电池工艺、设备兼容）



资料来源：《nature》，浙商证券研究所

锂离子电池到钠离子电池的技术更迭有望实现互为补充的 win-win 格局。从锂电到钠电，后发优势可一定程度规避风险，产业化可借鉴锂电体系经验，一旦钠电材料端实现实质性的研发突破，有望迅速地进入生产环节，实现商业化路径。

二、路径选择：原材料端创新突破

材料端技术突破，打破钠离子电池技术壁垒。不管是哪一种电池体系，材料的进步决定电池的进步。钠离子的主要电池组成材料于锂离子类似，均包括正极材料、负极材料、集流体、隔膜、添加剂、电解液等基本单元，具体来讲，钠离子电池和锂离子电池的电解液、隔膜等变化不大，正负极材料形成核心壁垒，集流体变化带来铝箔的需求增长。

表19: 钠离子电池材料端的技术突破

材料	钠离子电池	锂离子电池
正极材料	三种主流路线：层状氧化物技术成熟，普鲁士蓝类化合物成本低，聚阴离子型化合物功率密度高	两种主流路线：三元 NCM 性能更优，磷酸铁锂成本低
负极材料	主要分为硬碳和软碳：软碳成本较低性能不足，硬碳技术探索初见成效，生物质前驱体位于研发初期	多采用石墨负极，硅基负极有望实现替代
集流体	正负极集流体均可采用价格较低的铝箔	正极集流体采用铜箔，负极集流体采用铝箔
隔膜	保持锂电原有产品不变	一般采用高强度薄膜化的聚烯烃多孔膜
电解液	六氟磷酸钠，量产难度低	六氟磷酸锂，量产难度低

资料来源：高工锂电，浙商证券研究所

现在的钠离子电池正极材料基本上是三种类型：金属氧化物、普鲁士蓝类、聚阴离子型化合物。目前这三种体系各有所长，层状氧化物技术成熟，普鲁士蓝类化合物成本低，聚阴离子型化合物功率密度高，适用于高功率输出设备需求。综合来看，聚阴离子型材料的整体性能更具优势。其中，磷酸钒锰钠正极材料技术在材料升级方面潜力大，未来发展前景大：可引入电负性大的 F 元素取代，提升工作电压和能量密度；增大 Mn 含量或引入 Cu, Fe 等进一步降低钒含量，降低成本。相比层状金属氧化物和普鲁士蓝正极材料，磷酸钒锰钠正极材料技术料倍率性能更高，循环寿命更长，电芯制备工艺更简单。

表20: 三种正极材料路线共存, 以聚阴离子型化合物性能最优

技术参数	层状氧化物	普鲁士蓝类材料	聚阴离子型化合物
可逆容量(mAh/g)	100	120~140	120
工作电位 (V)	3.4	3	3.6~3.8
能量密度 (Wh/kg)	低	中	高
结构稳定性	中	低	高
全寿命周期成本	中	低	高
产业化难度	中	高	低
循环性能	1000 次	600 次	2000 次
倍率性能	低	中	高
相关企业/单位	中科海纳、钠创、Faradion	宁德时代、辽宁星空	中南大学、众钠、Naiades

资料来源: 高工锂电, 浙商证券研究所

与锂离子电池一样, 钠离子电池的负极材料同样是碳材料, 主要分为硬碳和软碳。软碳成本比较低但是它的性能不足, 现在软碳技术尚在进一步改进提升, 硬碳技术探索已经初见成效。可以说, 生物质硬碳最具优势, 但行业尚处于发展初期, 个别企业具备技术优势。添加剂配方是提升循环寿命的关键, 钠电高碱度+高电压更加考验钝化膜的稳定性, Know-How 壁垒高于锂电池。

钠离子电池的电解质与锂电池相似, 包括水系、有机系和固态三类, 一般情况下, 液体电解质的离子电导率高于固体电解质, 因为它们具有较好的流动性, 有利于钠离子的快速迁移。目前常见钠盐有: NaPF_6 (六氟磷酸钠) 电化学稳定性优于六氟磷酸锂, 在 PC 基 (碳酸丙烯酯) 电解液中导电率最高; NaClO_4 则拥有离子迁移速度快、兼容性好、成本低等优势, 但其含水量高、易爆炸和高毒性等不足影响其实际应用。目前电解质 NaPF_6 是钠离子电池电解液的核心, 合成方法与锂离子电池电解液相似, 天赐材料和多氟多均掌握了钠盐的核心工艺。

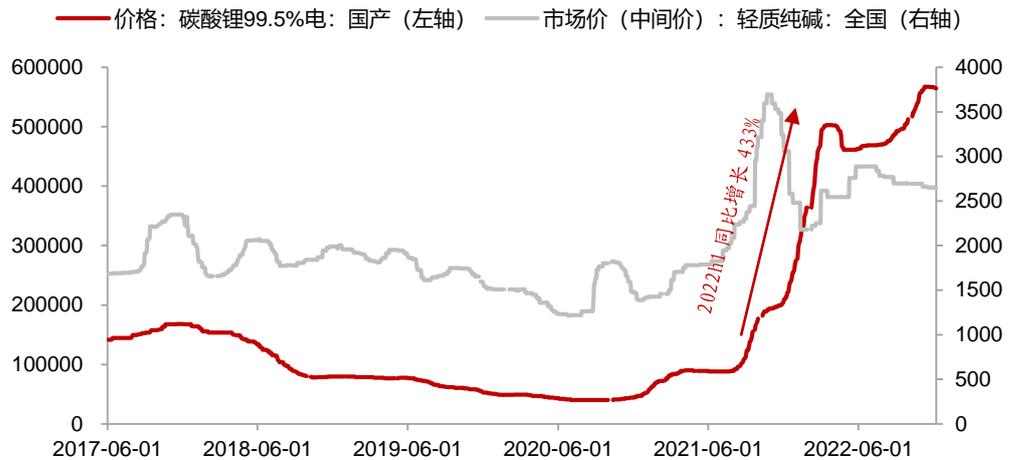
集流体方面, 钠在常温下不与铝发生合金反应, 因此钠离子电池的正负极均可采用铝箔作为集流体, 可以进一步降低钠离子电池的成本。

6.1.2 东风已至: 价增量减需求倒逼

一、企业端承压: 短期内碳酸锂供需矛盾难改

全球锂资源处于供需紧平衡的状态, 电池级碳酸锂价格已高达 56.45 万元/吨 (截止 22 年 12 月 7 日), 自 2021 年下半年到 2022 年上半年增速达到 433%。相比之下, 碳酸钠提钠简单, 供给充足, 价格稳定低廉, 价格仅为 2650 元/吨 (轻质纯碱, 截止 22 年 12 月 7 日), 是碳酸锂价格的 0.47%。

图117: 2022年上半年碳酸锂价格同比增长4.3倍

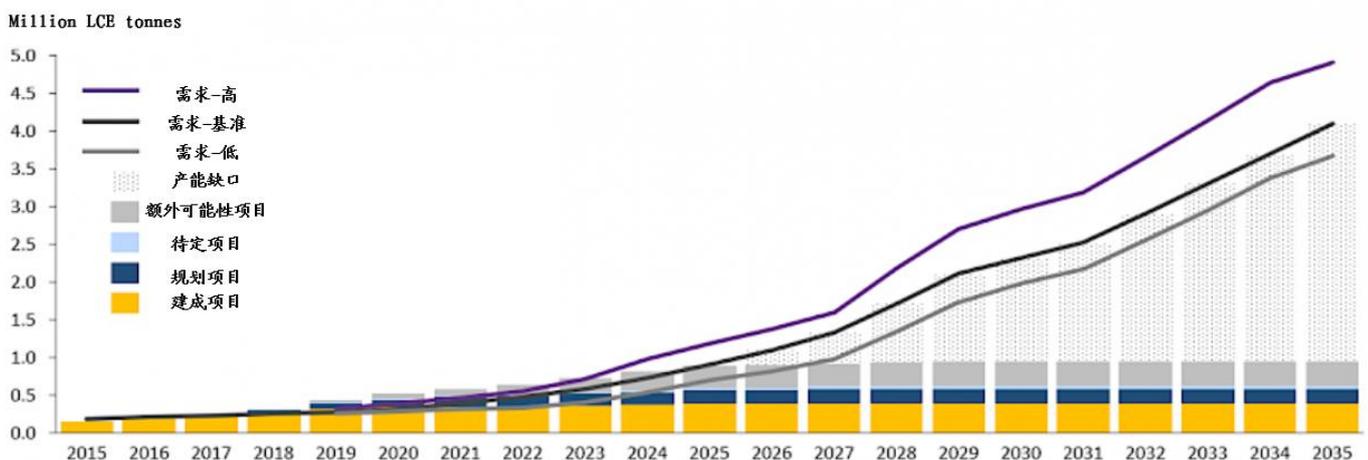


资料来源: wind, 浙商证券研究所

备注: 电池级碳酸锂主要用于制备钴酸锂、锰酸锂、三元材料以及磷酸铁锂等锂离子电池正极材料。

锂资源紧平衡预计长期维持, 电动车产业发展带来的锂需求激增或将导致锂供应焦虑长期存在。根据 Wood Mackenzie 的预测数据, 受益于电动车行业的高速发展, 全球锂需求量将在 2030 年增至 200 万吨 LCE (碳酸锂当量) 以上, 至 2035 年增至 300 万吨 LCE。受益于价格上行, 锂的供应量同样呈现快速增长的趋势, 但若基于全球已投产和已见规划的锂项目进行预测, 长期来看锂行业会面临严重的供给短缺。在汽车电动化的浪潮中, 锂原料的供应将成为产业链面临的挑战之一, 在电动车电池发展路径不发生变化的情形下, 锂资源焦虑可能长期存在。

图118: 根据 Benchmark Minerals 预测, 锂行业面临严重供给短缺 (单位: 万吨 LCE)

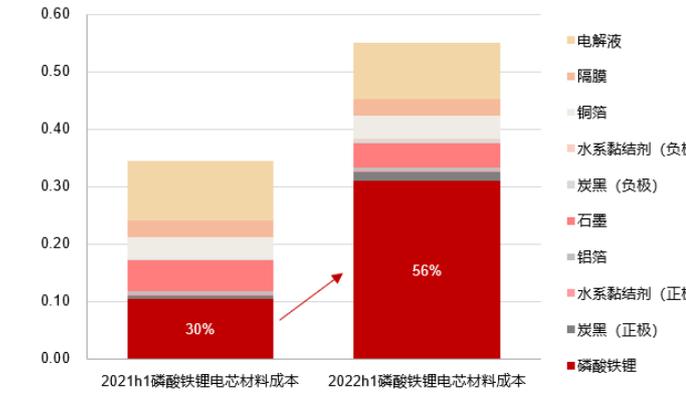


资料来源: Benchmark Minerals, 浙商证券研究所

锂价上涨增加动力电池企业成本, 电池企业承压。对比 2021h1 与 2022h1 磷酸铁锂电池电芯成本价格, 正极材料磷酸铁锂价格从 0.11 元/Wh 上涨到 0.31 元/Wh, 同比上涨 195%, 带动电芯材料总成本从 0.35 元/Wh 上涨到 0.55 元/Wh, 同比上涨 60%。2022h1 磷

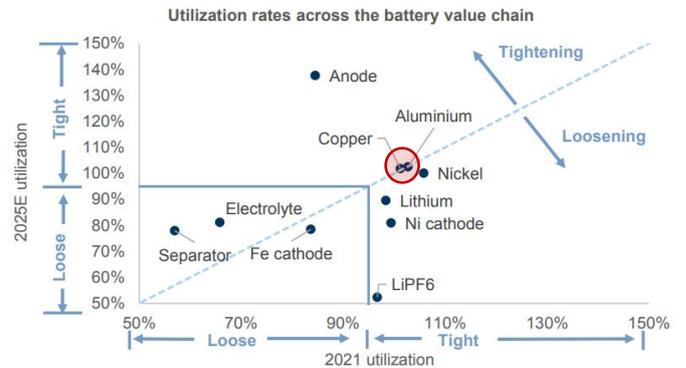
酸铁锂价格占比达到 56%，较 2021 年 h1 同比上涨 26pct。同时从电池价值链的利用率来看，2025 年，负极材料和集流体利用率将持续收紧，材料端的压力不减，从材料端来进行技术改进和创新，将成为锂电池降本的核心路径。

图 119: 锂价上涨增加动力电池企业成本



资料来源: 万方, wind, 公开资料整理, 浙商证券研究所

图 120: 铜铝等集流体材料将面临持续性收紧

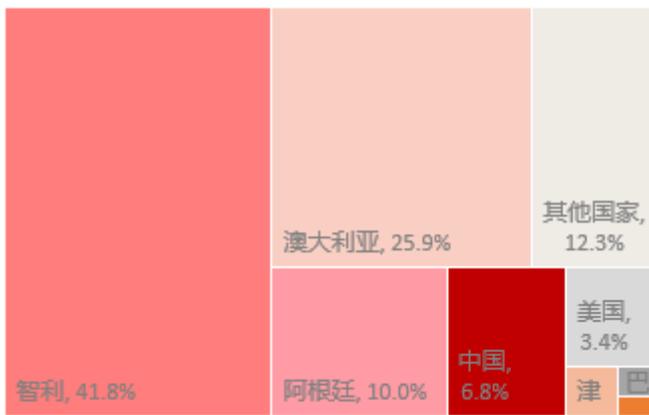


资料来源: Wood Mackenzie, SNE Research, Goldman Sachs Global Investment Research, 浙商证券研究所

二、政府端承压: 锂电进口依赖危及能源安全

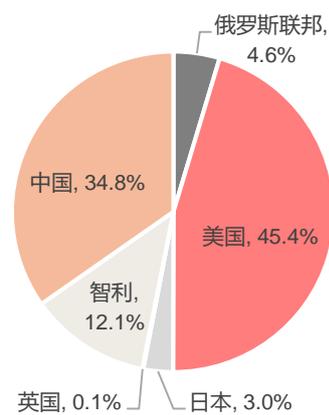
全球锂资源分布不均，中国对于锂电原材料对外依赖程度超 60%，存在卡脖子风险。锂精矿产能集中于智利和西澳，由于矿业体系成熟、资源禀赋优越、至中国运输便利，目前仍为全球锂辉石矿供应主力。根据 USGS 统计，目前全球已探明锂资源 8900 万吨，我国已探明锂资源量 510 万吨，仅占比 5.7%，全球锂资源储量 2200 万吨，中国只有 150 万吨，仅占比 6.8%。我国锂资源品质和外部开发条件较差，导致开发难度大、成本高，供应能力较弱。从进口情况来看，截止到 2022 上半年，中国锂资源（氢氧化锂）进口依赖超 60%。

图 121: 中国锂资源储量仅占全球 6.8%



资料来源: USGS, 浙商证券研究所

图 122: 中国锂资源（氢氧化锂）进口依赖度达 64%

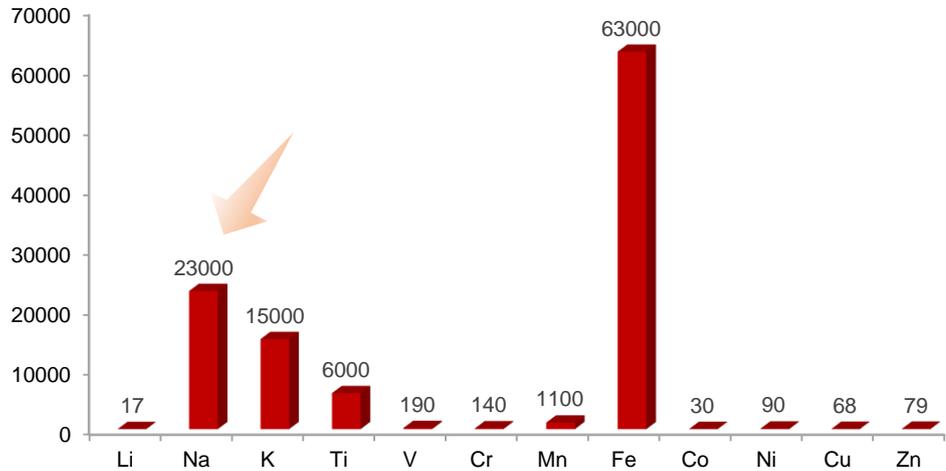


资料来源: 海关统计数据, 浙商证券研究所

相比而言，钠储量丰富，原料价格低，地壳丰度高，供应链更加安全，这也是钠离子电池可以广泛使用的最大优势。钠与锂处于同一主族，具有相似物理化学性质。地壳中含有 2.27% 的钠，使其成为地球上第七大最丰富的元素和第五大最丰富的金

属，仅次于铝、铁、钙和镁，领先于钾。钠分布于全球各地，完全不受资源和地域的限制，所以钠离子电池相比锂离子电池有非常大的资源优势。

图123: 钠在地壳中元素丰度位列第六 (ppm)



资料来源: 中科海纳官网, 浙商证券研究所

钠离子电池相关政策陆续出台，行业标准制定在即，进一步促进钠离子电池产业化。受益于全球范围内汽车电动化浪潮，锂作为关键原料，战略价值不断凸显。“十四五”规划明确提出，研发储备钠离子电池高能量密度储能技术。发改委进一步明确相关目标：到2025年，实现新型储能从商业化初期向规模化发展转变，装机规模达3000万千瓦以上，加快飞轮储能、钠离子电池等技术开展规模化试验示范。政府逐步开始重视钠离子技术，并将其作为储能领域的重要研究示范，将推动钠离子电池全面商业化。2022年7月，我国首批钠离子行业标准制定在即，工信部联合宁德时代等，将进一步推动钠离子产业的规范化。

表21: 政策端迅速推动，钠离子储能技术试点示范启动

时间	政策文件	政策内容
2021年7月	《关于加快推动新型储能发展的指导意见》	发改委提出到2025年，实现新型储能从商业化初期向规模化发展转变，装机规模达3000万千瓦以上；加快飞轮储能、 钠离子电池等技术开展规模化试验示范 ，以需求为导向，探索开展储氢、储热及其他创新储能技术的研究和示范应用。
2021年8月	《关于政协第十三届全国委员会第四次会议第4815号（工交邮电523号）提案答复函》	科技部将在“十四五”期间实施“储能与智能电网技术”重点专项，并将钠离子电池技术列为子任务，以进一步推动钠离子电池的规模化、低成本化，提升综合性能。促进性能优异、符合条件的钠离子电池在新能源电站、交通工具、通信基站等领域加快应用， 推动钠离子电池全面商业化 。
2021年11月	《“十四五”能源领域科技创新规划》	储能技术方面，就能量型/容量型储能技术装备及系统集成技术，研发钠离子电池、液态金属电池、钠硫电池、固态锂离子电池、储能型锂硫电池、水系电池等新一代高性能储能技术
2022年3月	《“十四五”新型储能发展实施方案》	钠离子电池列为“十四五”新型储能核心技术装备攻关重点方向， 研究开展钠离子电池、固态锂离子电池等新一代高能量密度储能技术试点示范 。
2022年6月	《“十四五”可再生能源发展规划》	研发储备钠离子电池、液态金属电池、固态锂离子电池、金属空气电池、锂硫电池等高能量密度储能技术。
2022年7月	《工业和信息化部办公厅关于印发2022年第二批行业标准制修订和外文版项目计划》	我国 首批钠离子电池行业标准《钠离子电池术语和词汇》《钠离子电池符号和命名》计划正式下达 。参与公司：中国电子技术标准化研究院，中国科学院物理研究所，宁德时代新能源科技股份有限公司，深圳市比亚迪锂电池有限公司

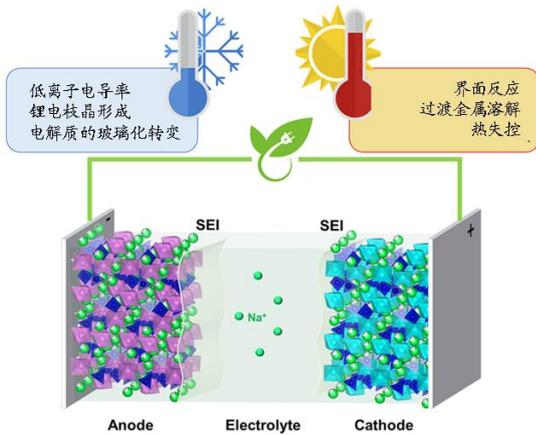
资料来源: 政府官网, 浙商证券研究所

6.2 优势突出+场景布局，夯实钠电发展底层竞争力

6.2.1 多重优势：安全性突出+降本优势

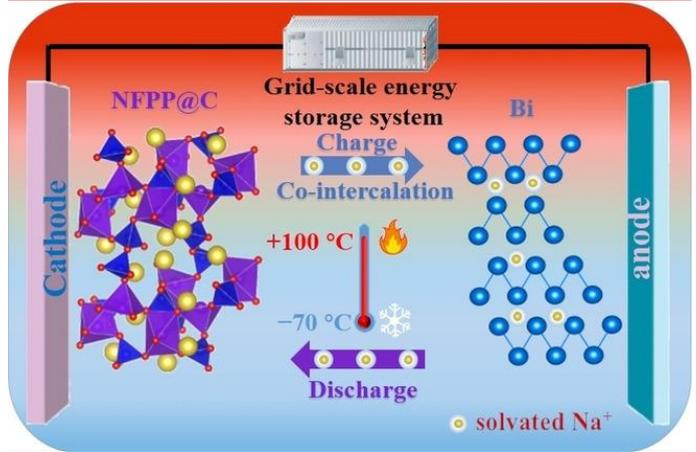
钠离子电池的电极材料具有优异的热稳定性和更优的低温性能，对于极端气候拥有更好的适应性，安全性高于锂电池。根据最新研究，已经制备的钠离子电池具有宽工作温度范围：-70-100℃，在-70℃的情况下该电池仍可提供70.19%的室温容量，在100℃的情况下仍能正常工作。锂离子电池在寒冷的环境下容易活性降低，比容量大幅度下降。钠离子电池中的所有关键部件，包括电解质、阴极和阳极，都设计成适应宽温度窗口，即处理高固有离子扩散系数以补偿损失低温，并具有出色的热稳定性以防止高温下的放热反应。

图124： 电池对于高/低温环境敏感



资料来源：《The re-emergence of sodium-ion batteries: testing, processing, and manufacturability》，浙商证券研究所

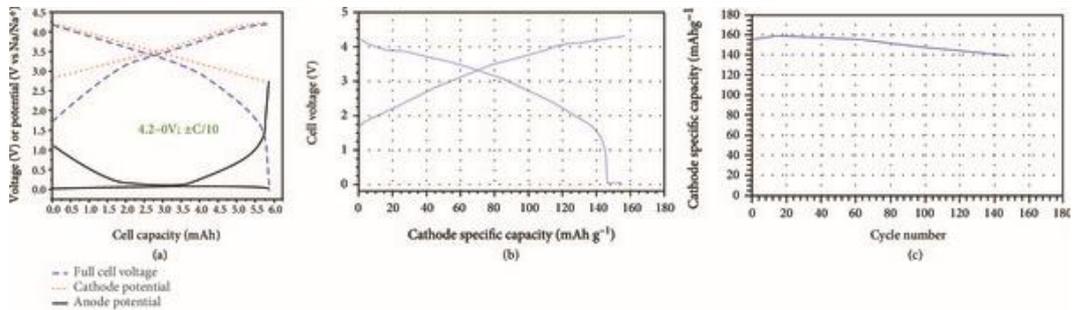
图125： 钠离子电池运行温度范围：-70-100℃



资料来源：《Sodium-Ion Battery with a Wide Operation-Temperature Range from -70 to 100℃》浙商证券研究所

钠离子电池稳定性更高，更不易出现热失控等情况。钠离子电池在过充、过放、短路、针刺等测试中不起火、不爆炸。钠离子电池热失控温度更高，在高温环境下容易因为钝化、氧化而不自燃。钠盐电解质的电化学窗口较大，电解质在参与反应的过程中分解的可能性更低，电池系统稳定性更高。钠离子电池化学允许在阳极使用金属Al作为集流体，能有效避免石墨基锂离子电池的过放电问题。且钠离子电池的内阻比锂电池高，所以其在短路的情况下瞬时发热量少，温升较低，热失控温度高于锂电池，具备更高的安全性。

图126： 钠离子电池可放电到0V，具备更高的安全性



资料来源：《Reviewing the Safe Shipping of Lithium-Ion and Sodium-Ion Cells: A Materials Chemistry Perspective》，浙商证券研究所

备注：如图 (a)所示，硬碳阳极钠离子电池可放电至0V，而不会出现Al溶解等任何问题，当放电至0V，对于全电池，阳极电位约为2.7V (vs. Na/Na+)，考虑到碳酸酯溶剂的电化学稳定性，这是一个非常安全的值；在循

环稳定性方面，图 (b)和(c)显示钠离子电池在 4.3 和 0 V 之间的长期稳定循环，即使深度放电至 0 V，钠离子电池的循环稳定性并未受到明显损害，并具有优异的温度特性。

根据中科海纳估计，Cu-Fn-Mn 基钠离子电池原材料成本相对磷酸铁锂/石墨体系将降低 30%-40%。在当前高锂电背景下，随着产业化的展开，电解液、硬碳、普鲁士蓝等原材料供应一致性和稳定性有望获得提高，成本效应将逐步凸显。

图127: 中科海纳公布数据: 30%-40%降本空间



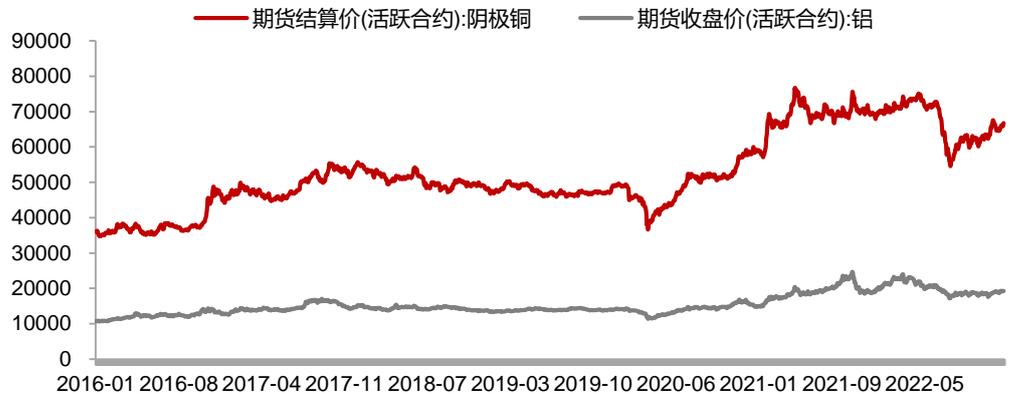
资料来源: 中科海纳官网, 浙商证券研究所

从成本组成来看，钠离子电池的降本效应主要体现在正极材料和负极集流体方面，针对目前高涨的锂价和铜价“对症下药”。

(一) 在正极材料方面: 以磷酸铁锂和 Na-Cu-Fe-Mn-O 层状正极为例，截至 2022 年底，磷酸铁锂约 17.4 万元/吨，而层状小批量拿货售价 11-12 万/吨，大批量 7-9 万/吨，上规模后有望到 5-6 万/吨。同时普鲁士蓝路线理论性能天花板较高，美联&七彩、百合花“送样-验证”过程仍在持续进行中，对标颜料级 2.5 万/吨售价，降本潜力大。钠离子正极材料不需要用钴、镍等元素，进一步扩大了成本方面的优势。

(二) 在负极集流体方面: 锂电池采用铜箔作为集流体，钠离子电池可使用价格更低的铝箔作为负极集流体。长周期看，近五年铜价和铝价二者价差基本稳定在 30000-40000 元/吨以上。

图128: 铝价维稳, 与铜价价差保持在 30000~40000 元/吨上下



资料来源: wind, 浙商证券研究所

根据现有的公开数据对钠离子电池成本进行测算，对标 2022 年底磷酸铁锂电池成本，发现初步量产之后有望实现降本 10.60%，规模化效应下有望达到近 30% 的降本效应。由于正极、负极等原材料尚未形成市场规模，多数企业选择自供，供应链还不成熟，价格短暂处于高位。结合 2022 年 11 月 29 日召开的钠电池产业链与标准发展论坛公布数据，通过我们测算，钠电当前小试、中试成本在 0.8-1 元/Wh 范围内波动，预计产业链配套初步形成后，成本有望下降到 0.5-0.6 元/Wh，中长期进一步下探 0.4-0.5 元/Wh。

表22： 锂离子电池电芯成本估算：以磷酸铁锂电池为例（0.58 元/Wh）

品名	规格	单位	总用量	市场价： 万元/吨	单价： 元/Wh	成本百分比 (%)
磷酸铁锂		t	2000	17.2	0.34	59%
炭黑（正极）	Super P	t	90	16.5	0.01	3%
水系黏结剂（正极）	LA132	t	90	2.5	0.00	0%
铝箔	0.02mmx500mm	t	400	1.6	0.01	1%
石墨	-	t	1000	5.3	0.05	9%
炭黑（负极）	Super P	t	40	16.5	0.01	1%
水系黏结剂（负极）	LA132	t	40	2.5	0.00	0%
铜箔	0.01mmx500mm	t	600	6.7	0.04	7%
隔膜	-	万 m ²	1400	2.5	0.04	6%
电解液	六氟磷酸锂	t	1400	5.5	0.08	13%
合计					0.58	100%

资料来源：公开资料整理，浙商证券研究所

备注：市场价数据更新至最新数据（2022/12/27）

表23： 测算不同时期的钠离子电池电芯成本：规模化效应下有望达到近 30% 的降本效应

钠离子电池原材料 BOM 成本			产业化初期			初步量产			规模化效应		
品名	单位 (/GWh)	用量	市场价： 万元/吨	单价： 元/Wh	成本百分 比 (%)	市场价： 万元/吨	单价： 元/Wh	成本百分 比 (%)	市场价： 万元/吨	单价： 元/Wh	成本百分 比 (%)
Na-Cu-Fe-Mn-O 层状正极	t	2778	12	0.32	35%	8	0.22	43%	5.5	0.15	38%
导电剂（正极）	t	119	17	0.02	2%	17	0.02	4%	17	0.02	5%
油系黏结剂 （正极）	t	119	50	0.06	7%	50	0.06	12%	50	0.06	15%
铝箔	t	300	2	0.00	1%	2	0.00	1%	2	0.00	1%
无定形碳	t	1222	20	0.24	27%	8	0.09	18%	4	0.05	12%
导电剂（负极）	t	53	17	0.01	1%	17	0.01	2%	17	0.01	2%
水系黏结剂 （负极）	t	53	3	0.00	0%	3	0.00	0%	3	0.00	0%
铝箔（负极）	t	300	2	0.00	1%	2	0.00	1%	2	0.00	1%
隔膜	万 m ²	1167	3	0.03	3%	3	0.03	6%	3	0.03	7%
电解液	t	1389	16	0.22	24%	5.5	0.08	15%	5.5	0.08	19%
总成本				0.91			0.52			0.41	

资料来源：浙商证券研究所

6.2.2 场景布局：铅酸电池替代+A00 电动汽车+储能

钠离子的主要劣势体现在能量密度方面，相较于磷酸铁锂电池 200~350Wh/kg 的能量密度，钠离子电池能量密度偏低。目前，宁德时代公布的钠离子电池，下一代钠离子电池能量密度将突破 200Wh/kg，已接近磷酸铁锂电池，随着储钠技术的进一步发展，差距有望减少。

对照钠离子的使用性能与当前各行业的要求，可以发现在储能和铅酸电池领域适配。对比来看，汽车和个人电子产品对于能量密度的要求较高，同时个人电子产品迭代偏快，相对而言对于电池的循环寿命要求没有那么严格。在储能和铅酸电池替代领域，对于能量密度的要求偏低，成本敏感性较强，与钠离子电池的特性相对适配。

表24：当前主要行业使用要求及驱动因素

	汽车	个人电子产品	储能	铅酸电池
2025 年能量密度 (Wh/L)	~550	~550	~300	~110
充放电倍率	~2/~2	~0.5/0.5C	~0.5/~2	-
循环寿命	> 8-10 年	> 1-2 年	10 年	5 年
主要特性	高能量密度/功率	高能量密度	低成本，长寿命	功率，成本

资料来源：《The re-emergence of sodium-ion batteries: testing, processing, and manufacturability》，浙商证券研究所

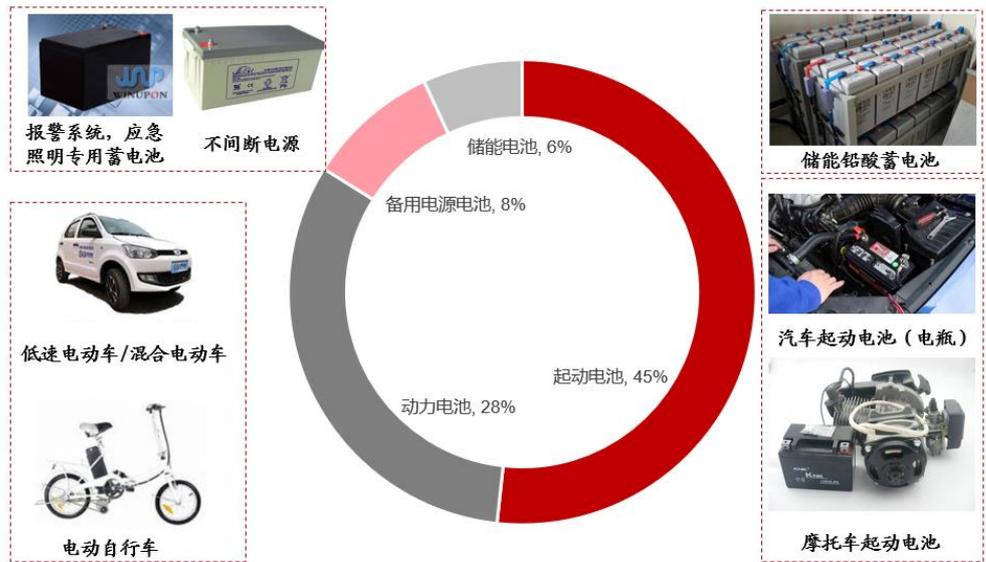
根据不同场景对于性价比的敏感程度，钠离子电池预计未来首先取代铅酸电池，率先实现电动自行车、低速电动车、备用电源和起动电池的无铅化；标准化程度提高之后，有望实现 A00 级电动汽车的有效应用；规模化效应展开之后，各级市场成熟，降本效应更加突出，在储能市场有望进一步提高渗透率。

一、铅酸电池：有望成为钠离子电池的先导主战场

铅酸电池替代环节有望成为钠离子电池规模化生产的孵化场，最先实现钠离子电池的产业赋能。

铅酸电池由于其安全稳定、性价比高等优点在电池领域占据较高的市场份额。按照应用领域划分，我国的铅酸蓄电池主要可分为备用电源电池、储能电池、起动电池和动力电池四大类。备用电源电池是主要用于通讯备用电源、不间断电源(UPS)、应急照明电源及其他备用电源的蓄电池，占比 8%。储能电池指适用于供太阳能发电设备和风力发电机以及其他可再生能源的储能用蓄电池，占比 6%。起动电池是主要应用于汽车、摩托车、燃油发动机起动、点火和照明的蓄电池，占比最高，达到 45%。动力电池主要应用于电动自行车、电动特种车(电动游览车、高尔夫车、巡警车、叉车等)、低速电动乘用车、混合动力车等电动车辆作为动力，占比 28%。

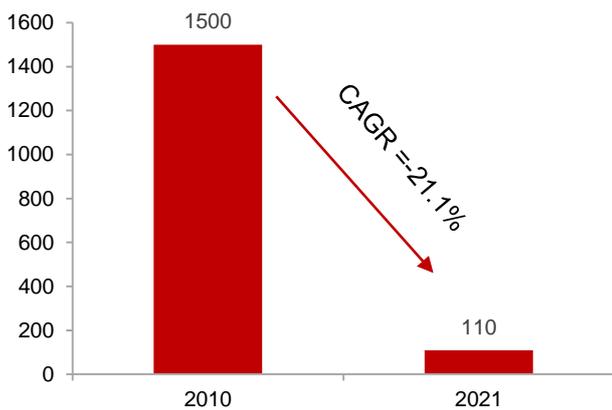
图129: 铅酸蓄电池应用场景占比



资料来源: 中国有色金属工业协会, 浙商证券研究所

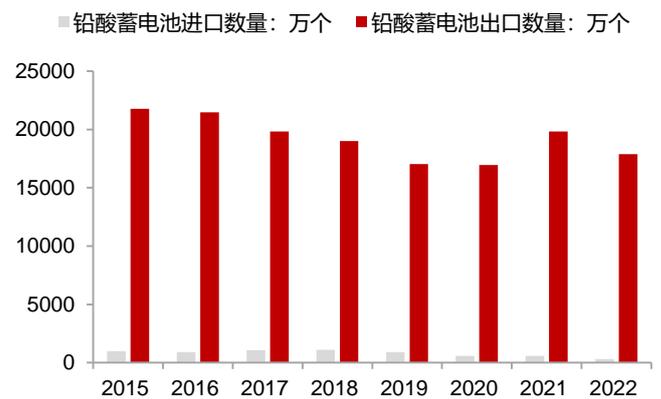
然而, 从铅酸蓄电池企业数量和进出口情况来看, 铅酸蓄电池已经释放出替代信号。随着近几年对铅酸蓄电池环保核查的逐步加大, 加上其市场空间逐步被锂离子电池等新型电池技术取代, 铅酸蓄电池企业数量保持逐年下降的趋势, 中国铅酸蓄电池生产企业已经由2010年的1500家左右下降到2021年的110家左右, 且大量企业处于停产或整顿状态。同时, 铅酸蓄电池的进出口量总体呈下降趋势, 根据中国海关数据显示, 近年来, 我国铅酸蓄电池进口量整体呈下降趋势, 2018年中国铅酸蓄电池进口数量为1094万个, 为近年来最大值, 2021相较于2018年铅酸电池进口数量下降近50%。

图130: 2010-2021年铅酸电池企业数量下降92.67%



资料来源: EV Tank, 浙商证券研究所

图131: 铅酸电池进出口量呈下降趋势



资料来源: iFind, 浙商证券研究所

备注: 2022年数据截止到10月31日

从三种电池的性能对比来看, 钠离子电池相较于磷酸铁锂和三元锂电池各有优劣, 相对于铅酸电池来说, 实现全方位性能优化。主要性能方面, 钠离子电池相对于铅酸电池实

现 3 倍能量密度提升，铅酸电池的循环寿命远不及钠离子电池，铅酸电池的低温性能、安全性、环保性、快充性能偏差，且二者原料成本相当，具有性价比优势。

(1) **从消费端来说**，消费者对于循环寿命和性价比优势敏感。按照三天充一次电来看，500-1000 次对应的循环寿命在 4~5 年，2000 次的循环寿命可以达到 15 年左右，同时使用寿命的延长也会减少电池更换成本。而且相较于铅酸电池而言，钠离子电池常温充电 15min，电量 80% 以上，有望在低速电动汽车和电动自行车等方面迅速得到认可。

(2) **从生产端来看**，铅酸蓄电池含大量的重金属铅以及酸性物质。在生产或回收环节渗入环境的铅及其化合物，一旦进入人体后，可能对神经、造血、消化、肾脏、心血管和内分泌等多个系统造成危害，甚至引起严重的铅中毒。在电池的生产过程中，废烟、废尘、废水等污染形式贯穿于生产流程始终，特别是铅粉制造-板栅铸造-极板制造-极板化成环节，受制于现有工艺，必然产生大量酸性含铅污水、铅尘、铅渣、铅烟、酸雾，极板化成还是耗电量最大的工序，分片与刷片废品率高，工序重复率高，造成的污染大。随着低碳时代的到来，钠离子电池将成为铅酸电池的最佳替代品。

表25: 钠离子电池相对于铅酸电池实现全面优化

	铅酸电池	磷酸铁锂电池	三元锂电池	钠离子电池(铜基氧化物/煤基碳体系)
质量能量密度	30~50 Wh/kg	150~220 Wh /kg	200~300 Wh /kg	100~150 Wh /kg
体积能量密度	60~80 Wh /L	200~350 Wh /L	500~700 Wh /L	180~280 Wh /L
单位能量原料成本	0.3~0.5 元/ Wh	0.5~0.7 元/Wh	0.7~1.0 元/Wh	0.3~0.5 元/ Wh
循环寿命	500~1000 次	3000~6000 次	1500~3000 次	2000 次以上
平均工作电压	2.0 V	3.2 V	3.2 V	3.2 V
-20℃容量保持率	70%	小于 70%	70%	88%以上
耐过放电	差	差	差	可放电至 0 V
安全性	高	中高	低	高
环保特性	差	优	优	优
快充性能	差	差	差	常温充电 15min, 电量 80% 以上
记忆性	有	无	无	无

资料来源: ofweek, 浙商证券研究所

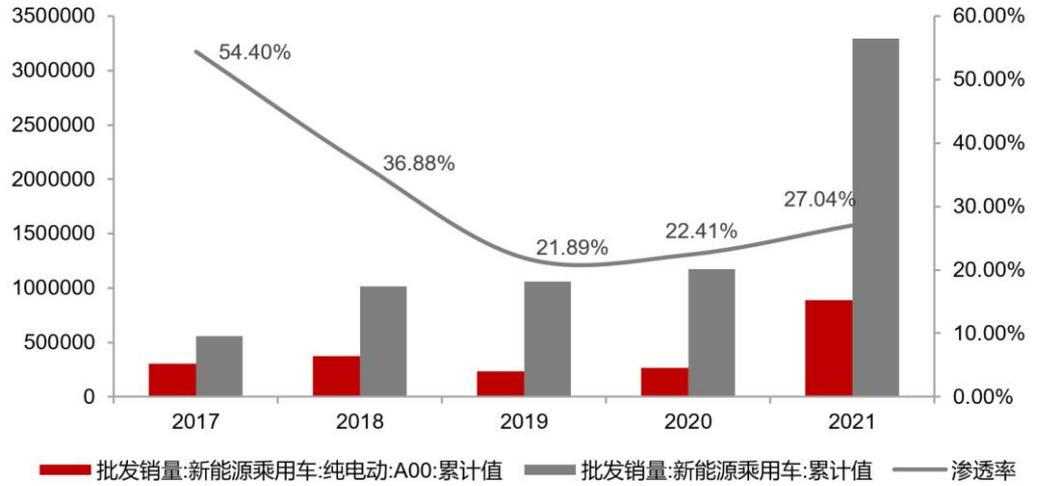
铅酸蓄电池的替代趋势相对明确，实际上，在钠离子电池提出之前，磷酸锂电池已经对铅酸电池进行了一定程度的替代，初期市场将主要由磷酸铁锂电池和钠离子电池瓜分，随着钠电的成本效应进一步铺开，钠离子电池有望成为铅酸电池的主要替代品。

二、A00 车场景：高价格敏感度带来钠电需求

在 2021 年，中国 A00 级电动车的销量为 89.02 万辆，在新能源车的渗透率为 27.04%，2022 年 1-11 月的 A00 级电动车销量为 125 万辆，渗透率下降至 21.77%。A00 级车型的用户是成本敏感性，锂电池成本的上涨影响了销量，动力电池方面，用 A00 级别车型跑量，是过去多年中国新能源汽车发展的基础环节。由于电池及各种零部件成本大涨（原材料包含金属和石油衍生工业品价格上涨），挤压了 A00 级电动车型的生存空间。在

供给端意愿受影响的情况下，调整的手段主要是通过通过对整车售价进行大幅调整，这将直接导致需求减弱。从成本端进行调控成为车企的主要需求。

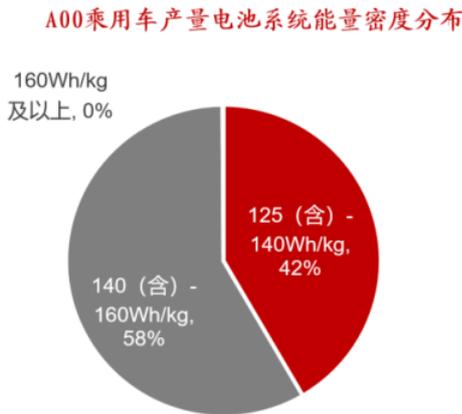
图132: A00 汽车市场份额下滑



资料来源: wind, 浙商证券研究所

在能量密度和续航里程方面，钠电池已经能够满足目前 A00 级电动车用户。从生产车型电池系统能量密度来看，A00 级新能源乘用车在产车型电池系统能量密度主要集中在 140 (含) -160Wh/kg, 125 (含) -140Wh/kg 占比 41.6%，160Wh/kg 及以上占比为 0.1%。从生产车型续航里程来看，A00 级新能源乘用车在产车型续航里程主要集中在 250km 以下，250km-400km 区间占比 4%，400km 以上占比为零。目前的钠离子电池已经能完全满足 A00 级电动车的搭载要求。

图133: A00 级车在产车型电池系统能量密度低于 160Wh/kg



资料来源: 高工锂电, 浙商证券研究所

图134: A00 级车在产车型续航里程集中在 250km-400km 区间



资料来源: 高工锂电, 浙商证券研究所

A00 电动车的生产企业对于成本的敏感性较高，钠电池的应用具备一定优势。对于价格比较敏感的商品，价格下降所带来的波动对于销量会形成较大的弹性，而钠离子电池远期来看成本相对于锂电池一定更为便宜，产业化进展顺利的话在 2025 年就会形成 20%~30%的价格优势，对于下游客户来说会形成非常大的吸引力。更远一些来说，对于部

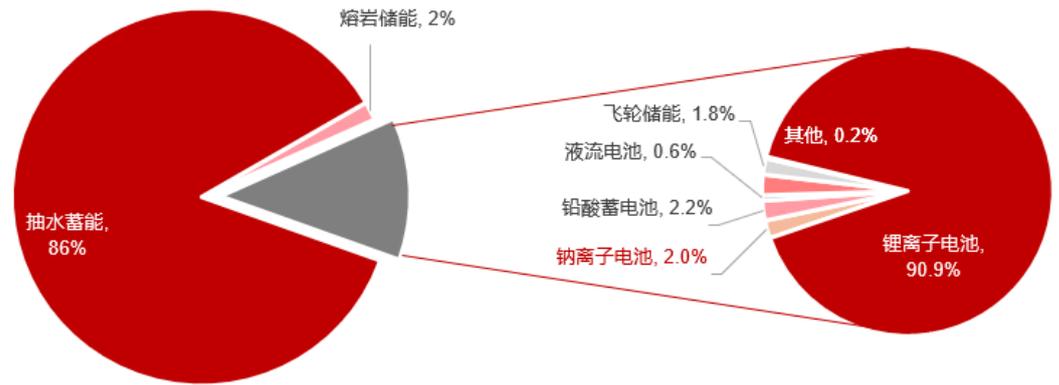
分装载钠离子电池的 A0 级汽车车型，会形成一定的降本空间，缩小与原搭载锂电池的 A00 级汽车的价差，对于搭载锂电池的 A0 级汽车会形成替代效应。

三、储能场景：锂离子+钠离子方案有望成为最优解

储能市场前景广阔，发展迅速。储能技术正在成为许多国家实现碳中和目标的关键技术之一。2021 年，全球新增运营电力储能项目装机容量总计 18.3GW，同比增长 185%，其中新增储能占比最大，为 10.2GW，首次超过 10GW，是 2020 年的 2.2 倍，同比增长 117%。

2022 年全球储能市场延续 2021 年的高速增长态势，欧美、中国等主要市场多点开花，钠离子电池目前占储能项目的 0.24%。根据 CNEA 全球储能数据库的统计。截至 2021 年底，全球运营电力储能项目总计 209.4GW，同比增长 9%。抽水蓄能占比首次低于 90%，同比下降 4.1 个百分点。其次是新能源存储，为 25.4GW，同比增长 67.7%，其中锂离子电池在新能源存储中占比最大，市场份额超过 90%；钠离子电池目前处于较小份额，仅占比 2.0%，可拓展空间大。

图 135： 钠离子电池目前仅占储能项目规模的 0.24%



资料来源：CNEA，浙商证券研究所

高低温性能、长循环、高安全和低成本是下一代产品储能产品重要方向。2022 年储能锂电池的下游应用痛点集中在以下几点：（1）电池和系统成本仍旧偏高，项目财务收益性受打压；（2）循环次数虚标，相当部分大储电池在实际循环 6000 次后即无法正常使用，与标榜的 8000 次甚至 10000 次差距明显，导致全生命周期度电成本是抽水蓄能的 2-3 倍；（3）起火爆炸事件难杜绝，无法实现本质安全。在此背景下，高低温性能、长循环、高安全和低成本已成为下一代产品技术创新的重要方向，从不同的储能场景来看，钠离子电池满足电力储能、通信储能、户用家储的场景和新要求。

表26: 不同储能应用场景对于储能产品性能要求(电力、通信、户用场景更为适用)

应用领域	工况应用要求	技术类型	核心要求
电力储能	削峰填谷, 再生能源并网等	容量型	超长循环、超高安全、高低温性能
	调频调压: 短时间大功率充放电	功率型	高倍率、循环寿命
通信储能	成本敏感、性价比要求高; 模块化、标准化程度高	容量型	循环寿命、高低温、低成本
户用家储	绝对安全稳定; 免维护、一体化、智能化; 质保期 8-10 年	容量型	高安全、高低温性能、长循环寿命
便携式储能	轻便小巧、便携型好; 续航时间长, 带电量高; 价格便宜, 质保期长	容量型	高能量密度、长循环寿命、低成本

资料来源: 高工锂电, 浙商证券研究所

从成本端来看, 对比几种新能源电池的储能效应, 可以发现磷酸铁锂电池与钠离子电池的成本效益最高, 边际效应不高。具体来看: 铅蓄电池储能容量过小, 虽然具有一定投资成本优势, 但是相较而言后期维护成本偏高, 循环次数低, 度电成本在 0.9~1.3 元之间; 磷酸铁锂电池与三元锂电池在前期投资成本较高, 磷酸铁锂相对三元锂电池成本较低, 是目前储能电池的主流选择。磷酸铁锂度电成本约在 0.7~0.9 元之间; 钠离子电池初始容量投资成本相较磷酸铁锂电池更低, 价差在 300~400 元/kWh 之间, 其他成本参数比较接近, 整体度电成本相较于磷酸铁锂电池约减少 0.2 元。

表27: 电化学储能系统参数

参数	铅蓄电池	磷酸铁锂	三元锂电池	钠离子电池
标称储能容量 E_n /kWh	1000	10000	10000	10000
初始容量投资成本 C_e /(元/kWh)	500~800	1000~1300	1200~1600	700~900
初始功率投资成本 C_p /(元/kWh)	300~500	320~420	400~500	400~500
单位容量维护成本 O&M/%	4.6	3.7	5	3.7
循环次数/次	3700~4200	4000~6000	2500~3000	4000~5000
折现率 r /%	8	8	8	8
储能循环效率%	75~80	86~90	88~90	84~90
放电深度%	70	90	100	100
年循环平均衰退率%/a	3.6	1.5	3.6	1.5
年运行次数 $n(t)$ /次	365	365	365	365
充电电价 P_c /(元/kWh)	0.261	0.261	0.261	0.261
计及电力损耗时的度电成本/元	0.950~1.234	0.739~0.873	1.070~1.290	0.512~0.590

资料来源: 《钠离子电池储能技术及经济性分析》, 浙商证券研究所

高低温性能方面, 从全球储能项目的布局来看, 目前已有储能项目对于温度范围的要求范围是 $-67.8^{\circ}\text{C} \sim 54.0^{\circ}\text{C}$, 钠离子电池的出现有望低温环境刚需。以钠离子电池和磷酸铁锂电池性能进行对照可以发现, 磷酸铁锂电池可覆盖正常工作温度为 $-20^{\circ}\text{C} \sim 65^{\circ}\text{C}$, 当电池在低于 -40°C 的温度下工作时, 其容量将损失大部分, 而且在低温下几乎不可能实现充放电循环, 但是钠离子电池的正常工作温度范围为 $-70^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$, 在零下 20°C 的情况下仍能拥有 90% 以上放电保持率的低温效能, 低温性能显著。从储能格局分布来看, 根据不完全统计, 截止到 2021 年, 全球电力储能项目累计装机约 200GW, 多数已有储能布局的国家最低温度会达到 -50°C , 在这种条件下, 单纯以锂电池作为储能电池不再适用, 在温差较大的国家如美国、加拿大、俄罗斯等, 钠离子电池的出现成为储能市场的福音。

图136: 截至2021年底,全球电力储能项目累计装机约200GW,温度分布范围为(-67.8℃~54.0℃)



资料来源: DOE Global Energy Storage Database, wikipedia, 浙商证券研究所

总体来说,锂离子电池+钠离子电池的电池集成方案有望成为储能最优解。一方面,可以进行区域适配,基于刚性需求,在工作温度范围较宽的国家 and 地区可以采用钠离子电池作为首选。另一方面,在电池系统集成方面,可以通过 AB 电池解决方案,与锂离子电池的集成混合共用,可以将钠离子电池与锂离子电池同时集成到同一个电池系统里,将两种电池按一定的比例和排列进行混搭,串联,并联,集成,根据宁德时代数据,可以实现 80% 以上的系统集成效率方面。目前,华阳集团和中科海纳共同打造的全球首套 1MWh 的钠离子电池储能系统在山西太原正式投入运营。

6.2.3 钠离子电池总体市场规模预测

根据铅酸电池替代, A00 级车以及新能源储能市场进行钠离子电池总体市场规模预测,预计 2025 年钠离子电池需求总量可以达到 88GWh, 2030 年钠离子电池需求可以达到 378GWh。

表28: 预计 2025 年钠离子电池需求总量可以达到 88GWh, 2030 年钠离子电池需求可以达到 378GWh

	2021A	2022E	2023E	2024E	2025E	2030E	核心假设
铅酸电池替代 (GWh)	0.49	2.76	6.30	11.00	17.51	77.51	
电动自行车销量 (万辆)	4739	5212	5734	6307	6938	11173	增速 10%
电动自行车铅酸电池市场规模 (GWh)	34	38	41	45	50	80	单车带电量 0.72KWh (48V15Ah)
渗透率	1%	5%	10%	15%	20%	40%	
电动自行车钠离子电池需求量 (GWh)	0.34	1.88	4.13	6.81	9.99	32.18	
备用电源铅酸电池市场规模 (GWh)	11.18	11.74	12	13	14	17	增速 5%
渗透率	1%	5%	10%	15%	20%	40%	
备用电源钠离子电池需求量 (GWh)	0.11	0.59	1.23	1.94	2.72	6.94	
新能源汽车销量 (万辆)	352	563	901	1442	2308	9230	增速 60%
起动车铅酸电池市场规模 (GWh)	4	6	9	15	24	96	单车带电量 1.04KWh (13V80Ah)
渗透率	1%	5%	10%	15%	20%	40%	
起动车备用电源钠离子电池需求量 (GWh)	0.04	0.29	0.94	2.25	4.80	38.40	
A00 级车 (GWh)	0.21	1.01	3.79	11.25	27.69	110.76	
A00 车销量 (万辆)	106	169	270	433	692	2769	占新能源汽车的 30%
A00 车电池市场规模 (GWh)	21	34	54	87	138	554	单车带电量为 20KWh
钠离子电池渗透率	1%	3%	7%	13%	20%	20%	
新能源储能市场 (GWh)	0.51	1.73	5.86	17.45	42.38	190.03	
全球电化学储能装机量 (GWh)	25.37	43.11	73.29	126.64	211.89	950.13	增速为 70%
钠离子电池渗透率	2%	4%	8%	14%	20%	20%	
钠离子电池总需求量 (GWh)	1.21	5.50	15.95	39.70	87.58	378.30	

资料来源: 浙商证券研究所

6.3 产业链全面导入, 擘画钠离子电池发展蓝图

现阶段钠离子电池产业链还处于导入阶段, 电池材料和电解液工艺处于发展初期, 钠离子电池产业的商业化落地还需要一定的时间。从目前的发展情况来看, 在电池制作方面, 无论是传统锂电池厂商还是新兴锂电池厂商都在加大布局, 新型电池厂商发展势头迅猛, 产能铺开迅速。

整理各个企业的布局可以发现:

(1) 国轩高科、蜂巢能源、亿纬锂能、欣旺达等企业处于研发和技术储备阶段。

- 蜂巢能源公司基于高容量层状物正极、长寿命聚阴离子正极和硬碳负极, 已经实现了 160 Wh/kg 以上能量密度, 6000 次以上循环寿命的钠离子电池技术, 目前已经完成 A 样电芯样品开发。
- 2022 年 12 月 15 日, 亿纬锂能公布第一代大圆柱钠离子电池, 电芯内径为 40mm, 高度 135mm, 正极采用了层状氧化物材料, 负极采用硬碳, 能量密度为 135 Wh/kg, 循环次数达到 2500 次。

(2) 派能科技、立方新能源、百川股份等公司处于小试阶段。

- 派能科技已于 2021 年开发出了第一代钠离子电池产品并完成小试。

- 立方新能源 2022 年 4 月发布新一代钠离子电池，预计 2023 年大规模量产。

(3) 鹏辉能源、同兴环保、传艺科技、众钠能源、为方能源等进入中试阶段。

- 鹏辉能源 2021 年已做出钠离子电池样品（采用磷酸盐类钠正极和硬碳体系负极），6 月份进入中试阶段。
- 传艺科技钠离子电池中试线设备安装调试完成并投产，生产的钠离子电池产品相关技术参数为：单体能量密度 150Wh/kg-160Wh/kg，循环次数不低于 4000 次。钠离子电池项目一期产能拟于 2022 年年底完成厂房及中试线的建设施工和产品中试，产能从 2GW 提升到 4.5GW，并于 2023 年初完成产能投产；二期初定建设 8GW。
- 2022 年 10 月，众钠能源研制的首款硫酸铁钠(NFS)高比能、超长寿命软包钠离子电池通过对目前市售锂离子电池极具挑战的针刺实验，目前百吨级硫酸铁钠中试产线全贯通，20GWh 电池工厂建设立项。
- 为方能源电芯中试线已经搭建完毕，初期拟建 2GWh 钠电池产线。

(4) 宁德时代、海四达、悦纳新能源、维科技术、孚能科技处于量产布局初期，具有明确的产能规划。

- 2021 年 7 月 29 日，宁德时代率先正式发布了第一代钠离子电池，常温下充电 15 分钟，电量可达 80%以上，电芯单体能量密度达到 160Wh/kg，为当时全球最高水平，略低于磷酸铁锂电池，而其下一代钠离子电池能量密度将突破 200Wh/kg，预计 2023 年实现产业化。2022 年 12 月 9 日，宁德时代与深圳科达利公司签订战略合作协议，双方将加强钠离子电池等技术在 全球范围内的战略合作。
- 2022 年 12 月 4 日，普利特公告显示，控股子公司江苏海四达电源有限公司（“海四达”）将使用自筹资金及银行贷款投资建设年产 1.3GWh 钠离子及锂离子电池数字化工厂项目，项目总投资额 2.18 亿元，项目建设期为 7 个月。
- 2022 年 12 月 7 日，七彩化学公布投资悦纳新能源公告，表明悦纳新能源掌握钠电池原材料加工和电芯制造技术，具有钠离子电池正极材料层状氧化物路线布局，2023 年上半年钠离子电芯首期 0.5Gwh 生产线将快速投产。
- 2022 年 10 月 28 日，维科技术发布公告，将建设钠电产业化基地，初期拟建 2GWh 钠电池产线，2024 年底建成。
- 2022 年 12 月 5 日，孚能科技表示，公司钠离子电池产品已满足 A0 级车需求，计划 2023 年全面进入钠电池产业化阶段，并已与多家知名两轮车企和乘用车企开展深度合作，目标 2024 年满足 A 级车的需求。

(5) 中科海纳、华阳股份以及多氟多等初创企业钠离子电池进展最快，目前已实现产品下线。

- 领跑者中科海纳的全球首条 1GWh 钠离子电池生产线产品已下线，阜阳的产线计划在明年扩产至 3~5GWh。11 月中科海纳表示，计划将钠离子电池的能量密度进一步提升至 180—200 Wh/kg，同时将钠离子电池的寿命提高到 8000-10000 次。

多氟多已实现了大圆柱钠离子电池成品下线评测，目前正在准备扩大批次产量，钠离子电池现有产能 1GWh，广西生产基地规划于 2025 年建成 5GWh 产能。

综上，钠离子电池已规划产能达到 48GWh，叠加宁德时代、孚能科技等公司 2023 年明确的全面产业化规划，钠离子电池有望在 2023 年实现产能爆发。钠离子电池的产业链包括正极材料、负极材料、电解液、隔膜和集流体，目前产业链的发展还不够成熟，正极材料和负极材料的供货尚不够稳定，随着各大企业纷纷涌入，产业链有望拉通。根据不完全统计，钠离子正极材料累计规划年产能 82.7 万吨，负极材料累计规划年产能 15.4 万吨，负极材料产能尚未放量。

图 137: 钠离子电池产业链综述



资料来源: 公司公告, 投资者平台, 新能源和储能公众号, 中商情报局, 浙商证券研究所

6.3.1 正极材料产业发展进度

钠离子电池主流路线分为三种: 层状氧化物、聚阴离子化合物以及普鲁士类化合物。目前层状氧化物产业化进程较快, 因为其能量密度高, 技术转化率和成本低, 更受市场青睐, 主要公司有中科海纳、立方新能源、钠创新能源等。普鲁士蓝(白)化合物能量密度高, 合成温度低, 由宁德时代主推。聚阴离子化合物长期循环稳定性高但能量密度低, 主要公司有鹏辉能源、众钠能源等。总体来说, 三条路线各有优劣, 多数电池厂商如当升科技、容百科技以及众钠能源等正大力布局层状氧化物路线且均在 2023 年进入投产阶段。目前, 华阳股份和钠创新能源走在量产前列, 投产项目累计实现年产能 4.2 万吨, 各公司保守估计规划项目累计年产能 82.7 万吨。

表29: 正极材料产业发展进度

企业	层状氧化物	普鲁士蓝/白	聚阴离子化合物	进度
容百科技	√	√		从2015年启动锂离子电池正极材料普鲁士白的研发工作, 2021年达到吨级送样并启动层状氧化物正极的研发, 2022年实现层状氧化物吨级送样, 规划2023年月出货达千吨级
振华新材	√			已实现吨级产出
七彩化学		√		普鲁士蓝正极材料50吨中试生产线已投产, 相关产品已通过部分电池厂商的检测
当升科技				已完成工艺定型并送样, 订单排产到2023年10月
立方新能源		√		小批量生产普鲁士蓝, 准备试产层状氧化物
同兴环保				锂离子电池正极材料处于中试阶段
美联新材		√		和七彩化学共同投建年产18万吨电池级普鲁士蓝(白)项目
钠创新能源	√		√	规划多条技术路线, 实现小批量生产, 10月25日“年产4万吨钠离子正极材料项目(一期)”投产, 规划2023年实现GWh级生产
传艺科技	√		√	具有年产200MWh钠离子电池相关配套的正极材料生产能力
格林美	√	√		层状氧化物、普鲁士白与下游客户认证中
多氟多	√	√	√	5000吨/年正极材料产线2023年投产
中钠能源			√	万吨级正极硫酸铁钠材料线建设启动
道氏技术	√			钠离子前驱体的金属元素是镍铁锰, 目前已有几十吨出货
华阳股份	√			与中科海纳共建2000吨/年钠电池正极材料项目投料试生产
湘潭电化	√			已小批量供货钠电企业
立中集团			√	主要生产设备已陆续进场和安装, 订单业务已开始洽谈, 电子级氟化钠产品为二期项目, 将在一期投产之后开始建设。

资料来源: 新能源和储能, 公司公告, 投资者平台, 浙商证券研究所

6.3.2 负极材料产业发展进度

硬碳比容量高, 但亟需解决前驱体供应稳定性、成本问题。当前国产7-8万/吨, 进口20万/吨, 碳材料成本在1.5-4万元/吨, 通过秸秆、竹屑、稻壳等生物质材料替代, 下限有望到1万/吨以内。掺杂或交联沥青等软碳前驱体, 降本之外更加提升原料供应稳定性和一致性。

负极材料是钠离子电池产业化的核心难点, 目前量产进度较慢, 出货速度较缓。传艺科技、华阳股份、多氟多作为早期布局的玩家, 相对产能规划速度较快, 其中传艺科技具有年产200MWh钠离子电池相关配套的负极材料生产能力, 华阳股份与中科海纳共建2000吨/年钠电池负极材料项目投料试生产, 多氟多2000吨/年负极产线2023年投产。总体来说, 目前投产项目累计实现年产能0.2万吨, 整体还未放量, 整体规划项目累计年产能15.4万吨, 其中圣泉股份投产的大庆50万吨秸秆生物质一体化项目可提供15万吨生物质碳。

表30: 负极材料产业化进度

企业	所处阶段	负极材料产业化进度
汉行科技	中试	全国首套钠电池负极材料生产线项目签约, 投资 15 亿元, 已于上海完成中试
贝特瑞	中试	中试线小批量生产, 在建 1000 吨硬碳产能
中科电气	小试	硬碳产线处于小试阶段
杉杉股份	量产	自主开发的硬碳材料率先实现自有化、产业化, 已批量供货头部电池企业
多氟多	-	2000 吨/年负极产线 2023 年投产
翔丰华	研发	已开发硬碳负极
传艺科技	量产	具有年产 200MWh 钠离子电池相关配套的负极材料生产能力
华阳股份	量产	与中科海纳共建 2000 吨/年钠电池负极材料项目投料试生产
佰思格	量产	已量产硬碳负极
珈纳能源	小中试	目前正处于小中试阶段, 具备初期产业化、十公斤级的产品制备实力, 并已送样给电池头部企业进行全电池测试、验证; 正在筹划百吨级的中试线, 预计 2023 年 4 月实现中试线产品稳定输出。
元力股份	小试	硬碳负极预计 2022 年年底之前给龙头电池企业送小试线产品
圣泉股份	-	大庆 50 万吨秸秆生物质一体化项目预计 2022 年年底投产, 其副产品 15 万吨生物质炭可用作硬碳负极原材料, 目前已送样下游负极企业。
可乐丽	量产	已量产硬碳负极

资料来源: 新能源和储能, 集邦锂电, 电子化工新材料产业联盟, 浙商证券研究所

6.3.3 电解液产业发展进度

六氟磷酸钠短期需求较小, 尚无直接生产的企业, 基本上用六氟磷酸锂成品再进行置换。短期钠电解液售价 14-16 万/吨 (LFP 电解液 6 万/吨), 专业化配套、规模化生产后, 电解液成本将大幅下降到 5-6 万元/吨。早期核心在于与下游密切的技术交流反馈, 配方对最终成品性能影响大, 提前布局的企业有先发优势, 且可分享早期相对较高利润。目前主要布局的公司中传艺科技、多氟多、天赐材料、新宙邦及永太科技产业化速度最快, 已经开始规划量产, 其他企业也陆续投产, 相继进入中试阶段, 其中传艺科技规划建设一期 5 万吨/年, 二期 10 万吨钠电解液项目。

表31: 电解液产业化进度

企业	所处阶段	负极材料产业化进度
传艺科技	-	规划建设一期 5 万吨/年, 二期 10 万吨钠电解液项目
多氟多	量产	有千吨级六氟磷酸钠产能, 已稳定出货
天赐材料	量产	已有六氟磷酸钠量产技术, 计划明年底量产
新宙邦	量产	已具备电解液技术储备; 吨级六氟磷酸钠量产
永太科技	小批量量产	小批量布局电解液、六氟磷酸钠
钠创新能源	投产	实现部分电解液产线投产
维远股份	投产	投产 DMC 产品及后续建设点建设溶剂项目可用于钠离子电池
瑞泰新材	中试	钠离子电解液进入中试阶段
江苏国泰	中试	钠离子电池电解液目前处于中试阶段
丰山集团	-	控股子公司丰山全诺建设 2 条左右钠电池电解液产线
中欣氟材	-	规划 2023 年实现钠离子电解液产业化

资料来源: 新能源和储能, SMM 电解液, 浙商证券研究所

6.3.4 隔膜产业发展进度

隔膜是钠离子电池的关键组件之一，但目前市场上多直接采用锂离子电池隔膜，虽然也可应用于钠离子电池，但存在保液能力差，钠离子传输速度慢等缺陷。一方面，直接使用锂离子电池隔膜会影响电池的循环性能，另一方面，电池具有较高的界面电阻，从而使负极表面容易产生钠枝晶，钠枝晶的生长会刺穿隔膜造成钠离子电池短路，影响钠离子电池的安全性能。恩捷股份成功开发出“三明治”结构的钠离子电池专用功能隔膜，填补了市场空白。该隔膜由“基膜+无机功能层+有机功能层”组成，有效提升循环寿命 20%，降低内阻 10%，提升倍率性能 15%，抑制钠枝晶形成，改善电荷分布，提高电池安全性。山东章鼓参股的喀什安德生产的钠离子电池正在进行量产的过程中，生产从电极制造开始一直到电池组产品全过程，量产产品经过客户及第三方检测机构认证后，计划产量 10GWH/年。

6.3.5 集流体产业发展进度

钠离子不与铝发生反应，因此可以使用铝作为集流体材料，目前，主要布局钠离子集流体材料的企业是南山铝业、天山铝业、万顺新材、鼎盛新材和安徽中基。其中，安徽中基与宁德时代签订购买动力电池铝箔协议。南山铝业和万顺新材已具备供货钠离子电池的技术能力，鼎盛新材根据客户要求开发适应不同厂商的钠离子电池用涂碳铝箔。天山铝业布局领先，公司在新疆石河子生产基地就地利用铝液配套布局 30 万吨电池铝箔坯料项目和江阴布局的一期 20 万吨动力电池铝箔生产线及 2 万吨电池铝箔技改项目，目前项目建设正在有序进行中，产品主要应用于锂电池正极集流体及钠电池正负极。

6.4 风险提示

钠离子电池技术发展不及预期；钠离子成本下降不及预期；钠离子产业化不及预期；储能和新能源汽车需求不及预期；锂离子电池成本超预期下降

7 钒：钒电池是理想电化学储能方式，全生命周期成本占优

7.1 事件：储能电站安全性要求高

储能电站中，电化学储能是重要的一种储能方式。以三元锂电池等传统锂电池的安全性较低，与储能电站的要求不匹配。电化学储能需要更加安全的储能材料，相关规定也陆续出台：

2022 年 6 月 29 日，国家能源局综合司发布的《防止电力生产事故的二十五项重点要求（2022 年版）（征求意见稿）》中提到：中大型电化学储能电站不得选用三元锂电池、钠硫电池，不宜选用梯次利用动力电池；选用梯次利用动力电池时，应进行一致性筛选并结合溯源数据进行安全评估。

在新要求下，新建电化学储能电站将有望采用更为安全的储能电池如钒液流电池、磷酸铁锂电池等。

图138: 钒液流电池储液罐



资料来源: VRB Energy、浙商证券研究所

7.2 钒液流电池: 安全性较高的储能方案

三元锂电池等传统锂电池的安全性较低, 需要使用更加安全的材料进行替代。钒电池的安全特性能够很好满足相关要求。

从底层原理出发, 钒元素更右侧, 金属性相对于锂不活跃, 因此性质较为稳定, 电池性能较为安全。适合用于储能等注重安全性的用途。

图139: 钒与锂相对位置

周期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H 氢																	2 He 氦
2	3 Li 锂	4 Be 铍											5 B 硼	6 C 碳	7 N 氮	8 O 氧	9 F 氟	10 Ne 氖
3	11 Na 钠	12 Mg 镁											13 Al 铝	14 Si 硅	15 P 磷	16 S 硫	17 Cl 氯	18 Ar 氩
4	19 K 钾	20 Ca 钙	21 Sc 钪	22 Ti 钛	23 V 钒	24 Cr 铬	25 Mn 锰	26 Fe 铁	27 Co 钴	28 Ni 镍	29 Cu 铜	30 Zn 锌	31 Ga 镓	32 Ge 锗	33 As 砷	34 Se 硒	35 Br 溴	36 Kr 氪
5	37 Rb 铷	38 Sr 锶	39 Y 钇	40 Zr 锆	41 Nb 铌	42 Mo 钼	43 Tc 锝	44 Ru 钌	45 Rh 铑	46 Pd 钯	47 Ag 银	48 Cd 镉	49 In 铟	50 Sn 锡	51 Sb 锑	52 Te 碲	53 I 碘	54 Xe 氙
6	55 Cs 铯	56 Ba 钡	镧系	72 Hf 铪	73 Ta 钽	74 W 钨	75 Re 铼	76 Os 锇	77 Ir 铱	78 Pt 铂	79 Au 金	80 Hg 汞	81 Tl 铊	82 Pb 铅	83 Bi 铋	84 Po 钋	85 At 砹	86 Rn 氡
7	87 Fr 钫	88 Ra 镭	锕系	104 Rf 𨭆	105 Db 𨭇	106 Sg 𨭉	107 Bh 𨭊	108 Hs 𨭋	109 Mt 𨭌	110 Ds 𨭍	111 Rg 𨭎	112 Cn 𨭏	113 Nh 𨭐	114 Fl 𨭑	115 Mc 𨭒	116 Lv 𨭓	117 Ts 𨭔	118 Og 𨭕
	镧系元素			57 La 镧	58 Ce 铈	59 Pr 镨	60 Nd 钕	61 Pm 钷	62 Sm 钐	63 Eu 铕	64 Gd 钆	65 Tb 铽	66 Dy 镝	67 Ho 铈	68 Er 铒	69 Tm 铥	70 Yb 镱	71 Lu 镥
	锕系元素			89 Ac 锕	90 Th 钍	91 Pa 镤	92 U 铀	93 Np 镎	94 Pu 钚	95 Am 镅	96 Cm 锔	97 Bk 锫	98 Cf 锿	99 Es 镄	100 Fm 镆	101 Md 镅	102 No 镎	103 Lr 铹

资料来源: Wikipedia、浙商证券研究所

我们所说的钒电池一般指的是钒液流电池, 电池以化学能的方式存储在不同价态钒离子的硫酸电解液中, 通过外接泵把电解液(五氧化二钒与硫酸混合物)压入电池堆体内, 在机械动力作用下, 使其在不同的储液罐和半电池的闭合回路中循环流动, 采用质子交换膜作为电池组的隔膜, 电解质溶液平行流过电极表面并发生电化学反应, 通过双电极板收集和传导电流, 从而使得储存在溶液中的化学能转换成电能。

化学反应方程式:

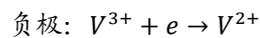
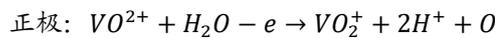
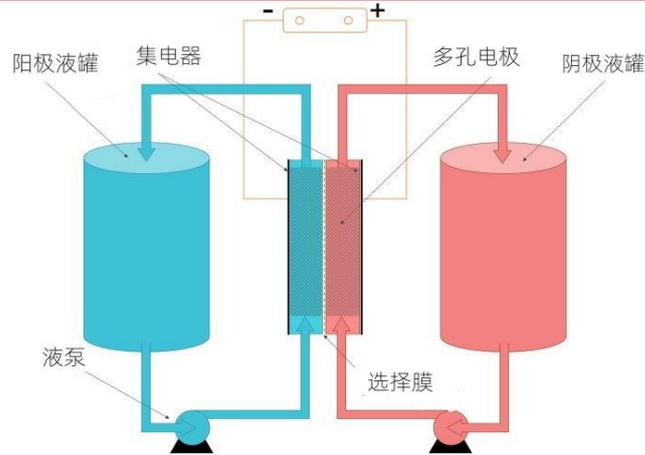


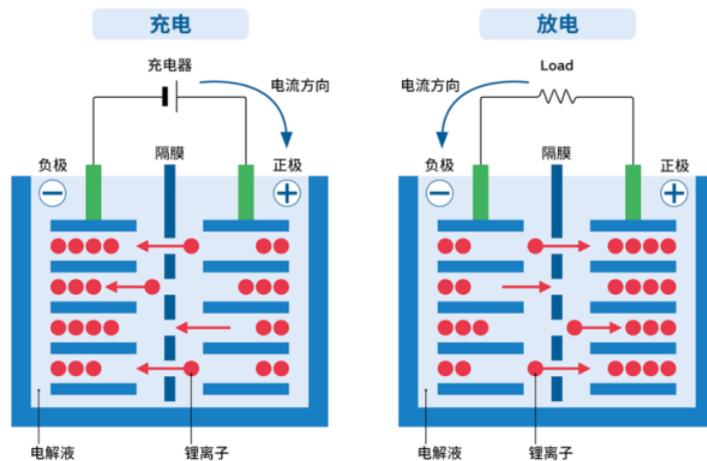
图140: 钒液流电池运行原理



资料来源: Wikipedia、浙商证券研究所

与锂电池不同的是，钒液流电池电解液与电堆相分离，即反应场所和活性物质的储存场所是分开的，不会发生热失控、过热、燃烧和爆炸。安全性相对较强，可以满足对于储能的需求。

图141: 锂电池运行原理



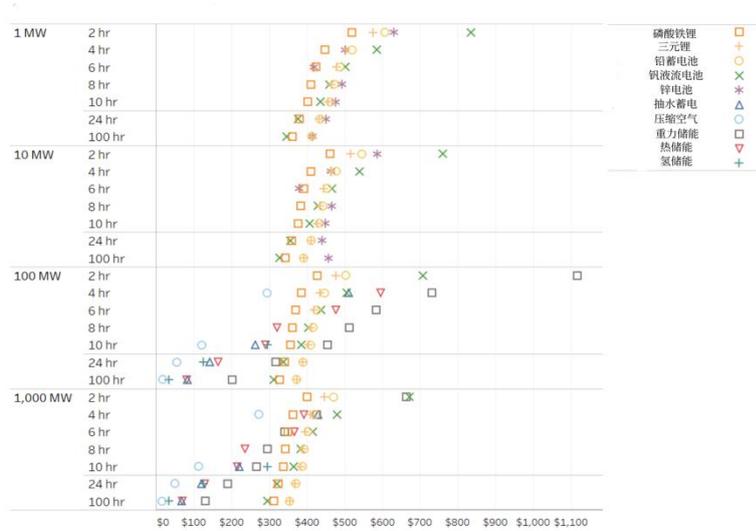
资料来源: Murata、浙商证券研究所

如图 140、141 所示，锂电池依靠锂离子在正负极之间流动，充电时锂离子从负极流到正极，放电时从正极流到负极。充电时锂离子从负极流到正极。而钒液流电池则利用钒电解液在正负极之间的液体流动产生电流。

7.3 成本对比：钒电池初始投入高，长时储能成本初具优势

与同类电化学类储能系统类比，钒液流电池初始投入较高。但较长的使用寿命与较低的维护成本使得其全生命周期投入成本在电化学中偏低，仅次于现有的锂离子电池。钒液流电池的使用寿命可达 20 年，对比其他种类电池寿命明显较长。

图142: 不同储能方式资本开支 (美元/千瓦时)

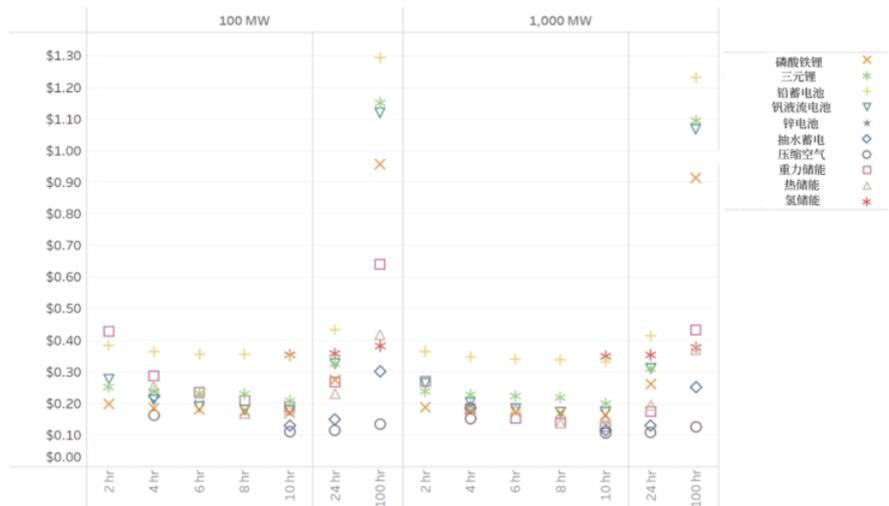


资料来源: ESGC、浙商证券研究所

我们采用度电成本进行储能成本比较, 我们发现与锂电池相比, 钒电池储能时间越长, 成本越低。在针对 6 小时以上的长时储能成本已经初具优势。且储能电站功率越高, 钒电池度电成本越低, 规模效应凸显。2 小时度电成本约 2 元/千瓦时, 4 小时度电成本约 1.4 元/小时左右。

针对 1-2 小时内的储能, 钒电池度电成本相对其他方式仍较高的原因主要有以下几个: 1) 钒电池初始投入远远高于锂离子电池、2) 钒电池产业链目前无法形成规模效应, 有效降低成本。

图143: 不同储能方式 LCOS 度电成本对比 (美元/千瓦时)



资料来源: ESGC、浙商证券研究所

针对各个环节的成本进行分析, 钒电池成本主要集中于输电与变电环节, 且大多数环节都呈现出储能时间越长, 成本越低的趋势。

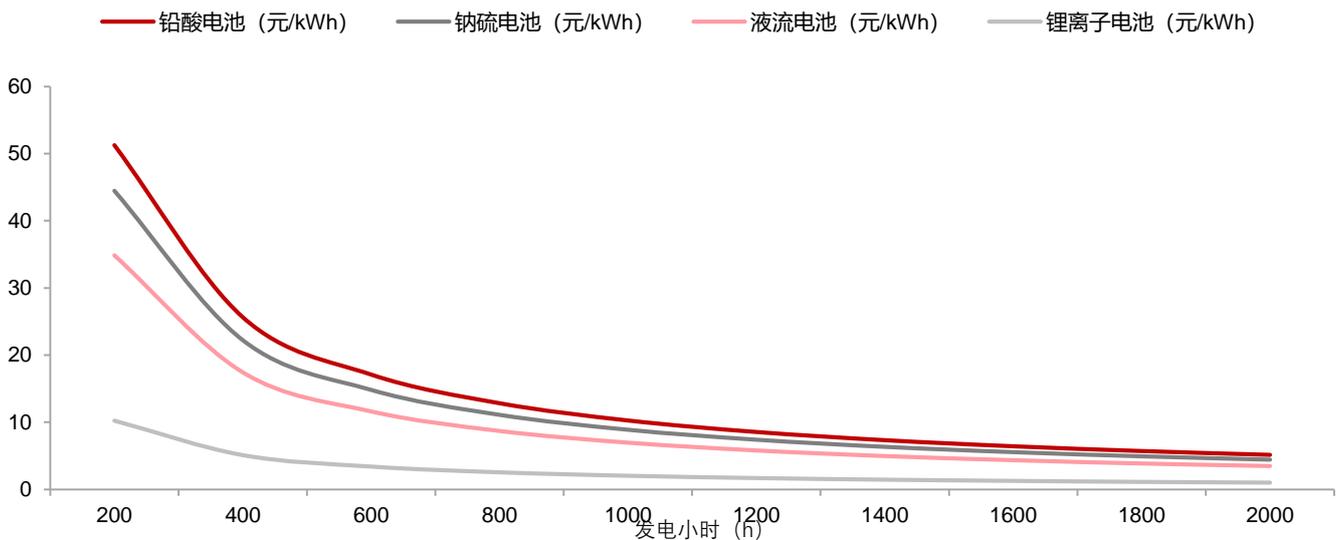
其化学特性决定了钒电池蓄电能力较锂电池长, 在长时储能下失电较少, 能够储存尽可能多的电力, 因此能力在长时储能具有绝对优势。

表32: 钒液流电池各环节成本对比

部件	储能小时数						
	2	4	6	8	10	24	100
DC-SB (美元/千瓦时)	352	363	234	219	210	190	179
DC 平衡系统 (美元/千瓦时)	70	53	47	44	42	38	36
DC-DC 变换器 (美元/千瓦)	60	60	60	60	60	60	60
功率变换系统 (美元/千瓦)	73	73	73	73	73	73	73
电池管理系统 (美元/千瓦)	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8
集成系统 (美元/千瓦时)	74	53	46	42	40	35	32
EPC (美元/千瓦时)	85	61	52	48	46	40	37
输电成本 (美元/千瓦时)	98	70	60	56	53	46	43
电网协同成本 (美元/千瓦)	25	25	25	25	25	25	25

资料来源: ESGC, 浙商证券研究所

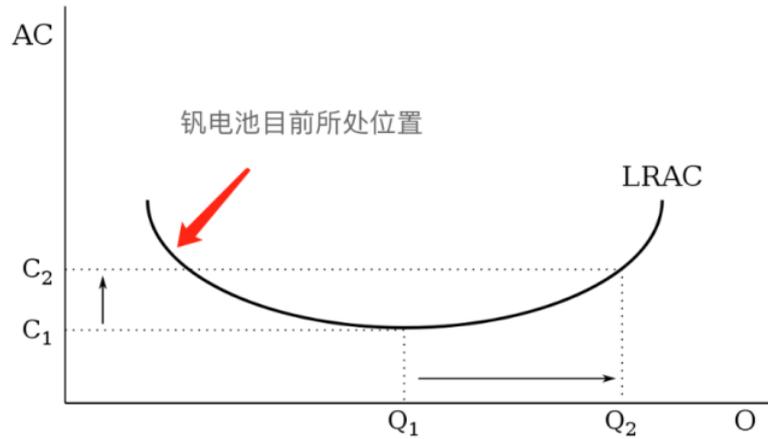
图144: 各电化学电池储能度电成本曲线



资料来源: 《基于全寿命周期成本的储能成本分析》, 浙商证券研究所整理

我们预计, 随着未来钒电池装机量不断上升, 由于规模效应引致产业链各环节放量降本后将使得钒电池成本中枢不断下移, 与其他电化学储能方式成本更加接近。带来的成本优势将使钒电池市占率加速上行。

图145: 钒电池规模效应



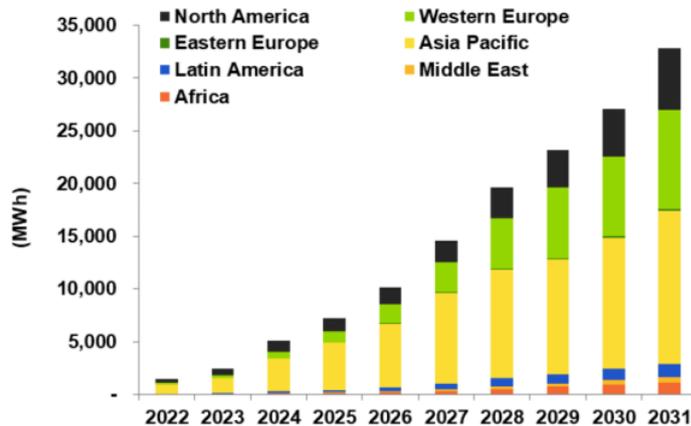
资料来源: Wikipidea、浙商证券研究所

7.4 钒电池空间广阔: 2031 年全球容量将超 30GWh

根据国际机构 Guidehouse Insights 预计, 到 2031 年钒液流电池全球容量将超 30GWh, 相较于目前容量来说, 市场空间广阔。

以大连融科入围中核汇能共 1GWh 的全钒液流电池储能系统集中采购, 投标报价为 256050 万元这一案例为例, 1GWh 的钒电池液流电池需要 25 亿元左右的初始资本开支, 即钒电池 2031 年资本开支或将超 750 亿, 空间广阔。

图146: 钒液流电池 2022-2031 年容量预测

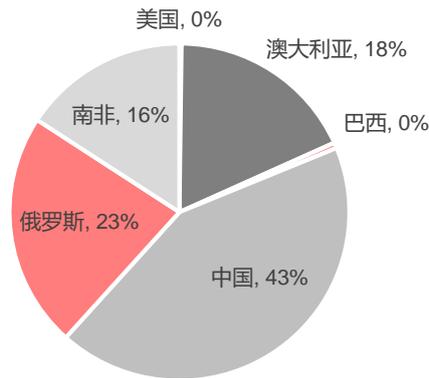


资料来源: 《Vanadium Redox Flow Batteries Identifying Market Opportunities and Enablers》、浙商证券研究所

7.5 对钒金属需求影响: 钒金属未来放量有限, 有望转变为能源金属

钒金属资源量中国占比最多: 据 USGS 统计, 中国钒金属储量占比最大, 占比 43%。中国在钒资源上具有较大话语权, 面对全球产业链不稳定的情况下仍能保持国内产业稳定。

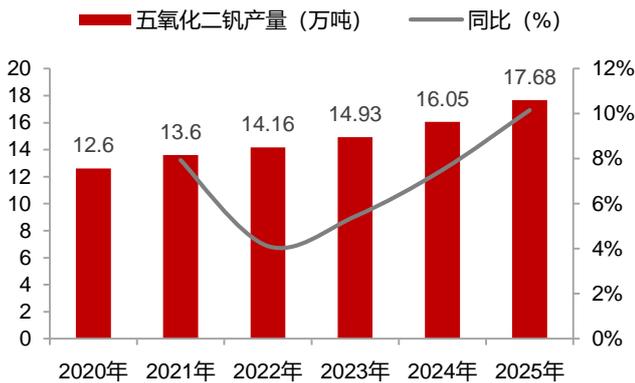
图147: 不同国家钒金属储量占比 (%)



资料来源: USGS、浙商证券研究所

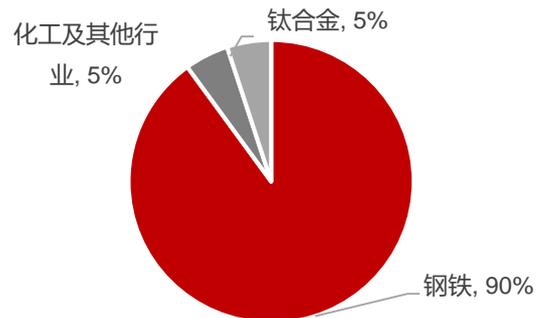
钒属于小金属, 供给弹性相对较弱。未来几年扩产量有限, 预计 2025 年五氧化二钒目前下游需求主要集中于钢铁, 钛合金等传统行业, 钒电池等新兴产业在钒需求结构中占比较小, 存在巨大的增长空间。

图148: 2020-2025 年中国五氧化二钒预计产量



资料来源: 华经产业研究院, 浙商证券研究所

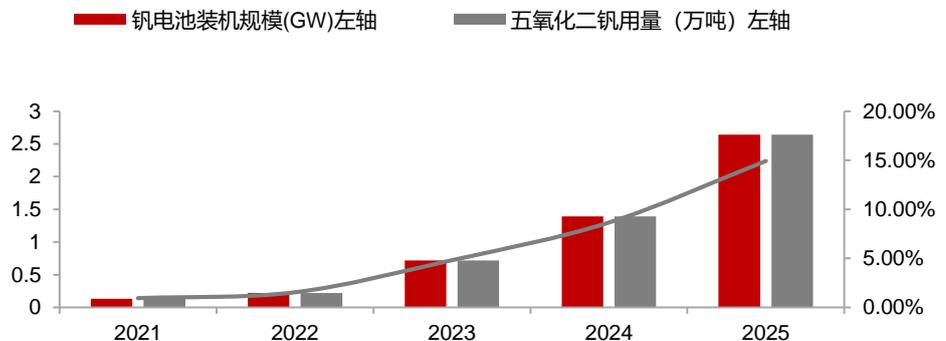
图149: 钒行业下游需求结构



资料来源: 华经产业研究院, 浙商证券研究所

按照 1GW 钒电池大约需要使用 1 万吨的五氧化二钒来估算, 到 2025 年, 钒电池将占我国钒产量的 15%左右。随着钒电池装机规模的不断扩大, 钒将有望转变为能源金属。

图150: 中国钒电池占国内钒需求占比预测 (%)



资料来源: 华经产业研究院、浙商证券研究所测算

7.6 风险提示

技术发展不及预期, 下游需求不及预期

汽车篇

8 2022 年汽车市场回暖，新能源渗透率大幅提升

8.1 2022 年市场回顾

8.1.1 市场总体情况

2022 年乘用车销量大幅回升。根据乘联会数据，2022 年乘用车批发销量 2315 万辆，同比增长 9.8%。2022 年汽车行业经历了芯片短缺、原材料大幅涨价、全国疫情等诸多不利情形，乘用车批发销量仍保持较高速增长。4 月受疫情影响乘用车销量有所下滑，疫情不改行业向上趋势。下半年购置税减免政策促进了汽车行业销量快速回升。

图151: 2022 年乘用车批发销量-年度 (万辆, %)



资料来源: 乘联会、wind、浙商证券研究所

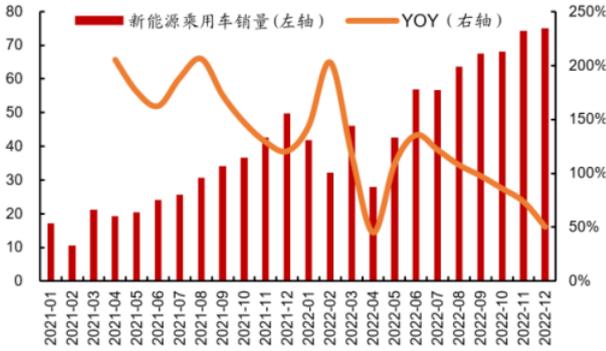
图152: 2022 年乘用车批发销量-月度 (万辆, %)



资料来源: 中汽协、浙商证券研究所

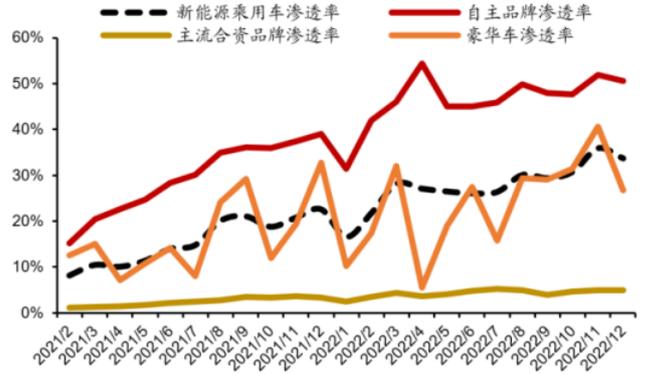
2022 年国内新能源车销量高速增长。根据中汽协数据，2022 年国内新能源乘用车批发销量 653.6 万台，同比增长 96.7%。12 月当月销量 75.66 万辆，同比增长 51.92%。2022 年新能源乘用车渗透率不断提升，全年新能源乘用车的批发渗透率达 28.1%，同比提升 12.4pcts。2022 年 12 月单月的新能源车渗透率达到了 33.7%。自主品牌的新能源车渗透率远高于合资品牌，2022 年 12 月自主品牌渗透率达到 50.6%，主流合资品牌仅有 5.0%，差距较大。豪华车的渗透率呈现波动上升的趋势，12 月豪华车渗透率达 26.8%。

图153: 新能源乘用车销量-月度(万辆, %)



资料来源: 中汽协、wind、浙商证券研究所

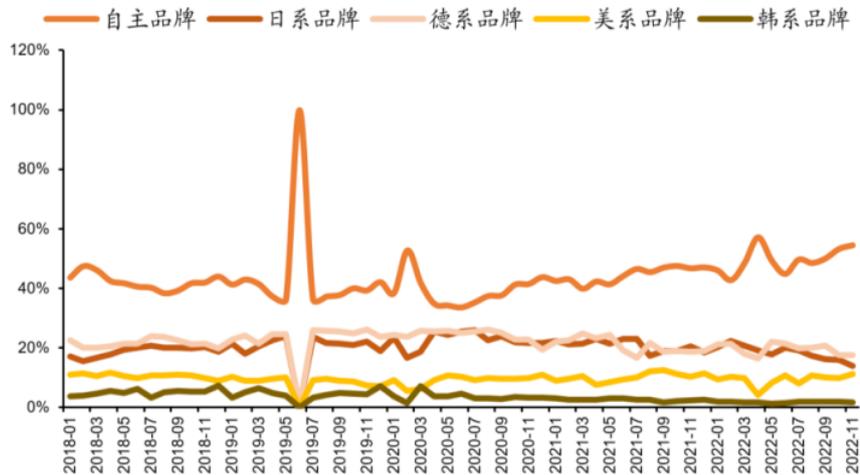
图154: 新能源乘用车渗透率-分系列(%)



资料来源: 乘联会、浙商证券研究所

自主品牌市场份额大幅提升。传统燃油车方面，自主品牌在发动机、变速箱等核心零部件差距逐步缩小。新能源汽车方面，自主品牌混动技术发展迅速，市场占有率不断攀升。三电技术自主品牌位于世界第一梯队，纯电品牌汽车中自主品牌具有明显优势。总销量中一线自主品牌和新势力份额大幅提升，一线合资份额下滑严重。2022年12月自主品牌市场份额达到56.8%。

图155: 乘用车批发市场份额



资料来源: wind、浙商证券研究所

根据中汽协数据，2022年我国共销售汽车2686.4万辆，同比+2.2%。其中传统汽车为1997.7万辆，同比-12.2%，新能源汽车为688.7万辆，同比+95.6%。新能源汽车中BEV和PHEV分别为536.5万辆和152.2万辆。我们认为2023年国内经济逐步好转，汽车销量将进一步增长，预计2023年汽车行业总体增长4%，达到2794万辆。BEV和PHEV增速分别为20%和80%，分别达到643.8万辆和274.0万辆。

表33: 汽车销量预测表(万辆,%)

	2020	2021	2022	2023E	2024E	2025E
汽车	2526.8	2624.8	2684.9	2792.3	2904.0	2991.1
YOY	-1.9%	3.9%	2.3%	4.0%	4.0%	3.0%
传统汽车	2394.5	2274.1	1997.7	1855.1	1711.9	1549.3
YOY	-2.5%	-5.0%	-12.2%	-7.1%	-7.7%	-9.5%
新能源汽车	132.3	350.7	687.2	937.2	1192.1	1441.8
YOY	9.7%	165.1%	95.9%	36.4%	27.2%	20.9%
BEV	95.9	271.5	499.7	599.6	719.6	827.5
YOY	12.1%	183.0%	84.0%	20.0%	20.0%	15.0%
PHEV	36.4	79.2	187.5	337.6	472.6	614.3
YOY	3.7%	117.8%	136.8%	80.0%	40.0%	30.0%

资料来源: 中汽协、wind、浙商证券研究所

8.1.2 车企情况

自主品牌+新势力共同抢占合资品牌份额, 比亚迪一骑绝尘。2022年市场份额排名前三的车企分别是比亚迪/一汽大众/长安自主, 对应市场份额分别为8.8%/8.7%/6.2%, 同比分别变动+5.0/+2.6/-0.5pcts。自主品牌汽车中的比亚迪和主要新势力品牌市场份额同比有所上升。合资品牌中只有一汽大众和北京奔驰市场份额提升, 其他合资品牌市场份额均有所下降。

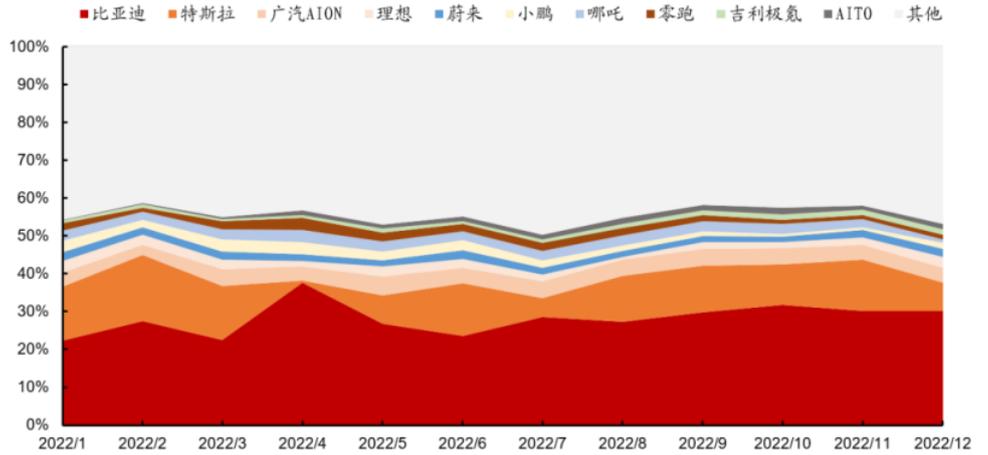
图156: 乘用车批发市场份额-分车企

		2018	2019	2020	2021	2022	同比增减
豪华品牌	北京奔驰	2.0%	2.6%	3.0%	2.9%	3.2%	0.3%
	华晨宝马	2.0%	2.5%	3.0%	3.5%	3.4%	-0.1%
	一汽大众奥迪	2.6%	2.9%	3.3%	3.4%	2.7%	-0.7%
流/合资品	上汽大众	8.7%	9.3%	7.5%	6.5%	6.1%	-0.4%
	上汽通用	8.3%	7.5%	7.3%	7.0%	5.0%	-2.0%
	一汽大众	6.0%	6.7%	7.0%	6.1%	8.7%	2.6%
	北京现代	3.4%	3.3%	2.2%	1.9%	1.1%	-0.8%
	一汽丰田	3.0%	3.4%	3.9%	4.4%	3.9%	-0.5%
	长安福特	1.6%	0.9%	1.3%	1.6%	1.1%	-0.5%
	长安马自达	0.7%	0.6%	0.7%	0.6%	0.4%	-0.2%
	广汽本田	3.1%	3.6%	4.0%	4.1%	3.1%	-1.0%
	广汽丰田	2.5%	3.2%	3.8%	4.3%	4.3%	0.0%
	东风日产	5.6%	6.1%	6.1%	5.6%	4.0%	-1.6%
	东风本田	3.0%	3.7%	4.2%	4.0%	2.8%	-1.2%
东风悦达起亚	1.6%	1.4%	1.3%	0.8%	0.4%	-0.3%	
自主品牌	比亚迪	2.1%	2.0%	2.1%	3.8%	8.8%	5.0%
	吉利汽车	6.3%	6.4%	6.5%	7.0%	6.0%	-1.0%
	长城汽车	3.9%	4.3%	4.4%	5.5%	3.7%	-1.8%
	奇瑞汽车	2.3%	2.8%	3.1%	4.6%	3.5%	-1.1%
	长安自主	3.9%	4.0%	5.1%	6.7%	6.2%	-0.5%
	上汽乘用车	3.0%	3.1%	3.3%	4.2%	3.6%	-0.6%
	广汽乘用车	2.3%	1.8%	1.8%	2.3%	1.6%	-0.7%
上海通用五菱	7.0%	5.8%	5.4%	6.6%	3.8%	-2.8%	
新势力	特斯拉			0.7%	2.5%	1.9%	-0.6%
	蔚来			0.2%	0.4%	0.6%	0.1%
	小鹏			0.1%	0.5%	0.5%	0.1%
	理想			0.2%	0.4%	0.5%	0.1%

资料来源: 乘联会、各公司公告、浙商证券研究所

2022年以来国内新能源车双雄凸显：比亚迪、特斯拉。具体体现为：比亚迪市占率从约20%提升到30%以上，特斯拉月度销量波动较大，市占率在7%与17%之间波动。2022年12月蔚小理三家头部新势力市占率分别为2.83%/2.11%/1.51%。作为创新驱动的商品，新能源车的市占率与其产品周期密切相关。

图157：新能源汽车各品牌市占率（%）



资料来源：各公司公告、车主之家、浙商证券研究所

新能源轿车销量前五名分别为五菱宏光 MINI/比亚迪秦/比亚迪汉/比亚迪海豚/Model 3, 2022年销量分别为40.5/34.2/27.2/20.4/12.4万辆。新能源SUV销量前五名分别为比亚迪宋/Model Y/比亚迪元 PLUS/比亚迪唐/Aion Y, 2022年销量分别为47.5/31.5/16.7/14.9/12.1万辆。两项榜单前五名中比亚迪各占三款车型，特斯拉的Model 3和Model Y均进入前五名。

图158：2022 新能源轿车销量前十（辆）

排名	车型	2022年销量	2021年销量	同比
1	宏光MINI	404,823	395,451	2.40%
2	比亚迪 秦	341,943	187,227	82.60%
3	比亚迪 汉	272,418	117,323	132.20%
4	比亚迪 海豚	204,226	27,846	633.40%
5	特斯拉 (Model 3)	124,456	150,890	-17.50%
6	埃安 (Aion S)	116,332	73,853	57.50%
7	QQ冰淇淋	96,529	12,679	661.30%
8	奇瑞eQ	94,330	76,987	22.50%
9	奔奔EV	92,053	76,381	20.50%
10	风神E70	73,447	29,596	148.20%

资料来源：乘联会、浙商证券研究所

图159：2022 新能源 SUV 销量前十（辆）

排名	车型	2022年销量	2021年销量	同比
1	比亚迪宋	475,306	104,244	356.0%
2	特斯拉 (Model Y)	315,314	169,853	85.6%
3	比亚迪元 PLUS	167,220	-	-
4	比亚迪 唐	148,585	50,116	196.5%
5	埃安 (Aion Y)	120,585	33,522	259.7%
6	哪吒 V	95,529	49,646	92.4%
7	理想ONE	78,791	90,491	-12.9%
8	极狐001	71,941	6,007	1097.6%
9	问界M5	56,855	352	16052.0%
10	哪吒U	50,927	20,028	154.3%

资料来源：乘联会、浙商证券研究所

8.2 主要整车厂

8.2.1 特斯拉：新品周期助力业绩增长

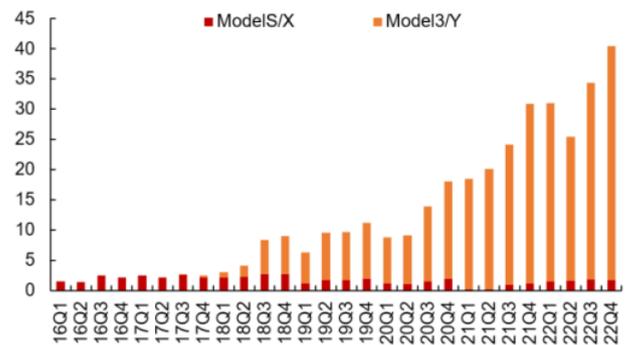
特斯拉销量再创新高，Model 3/Y 车型贡献主要销量。2022 年特斯拉全球共交付 131.4 万辆，同比增长 40.33%。其中 Model3 和 Model Y 共交付 124.7 万辆，贡献主要销量。季度数据看，2022Q4 特斯拉共交付 40.5 万辆车，同比增长 31.3%，其中 Model 3/Y 共交付 38.8 万辆，同比增长 30.7%，占总销量的 95.8%。

图 160: 特斯拉全球销量-年度 (万辆, %)



资料来源：公司公告、浙商证券研究所

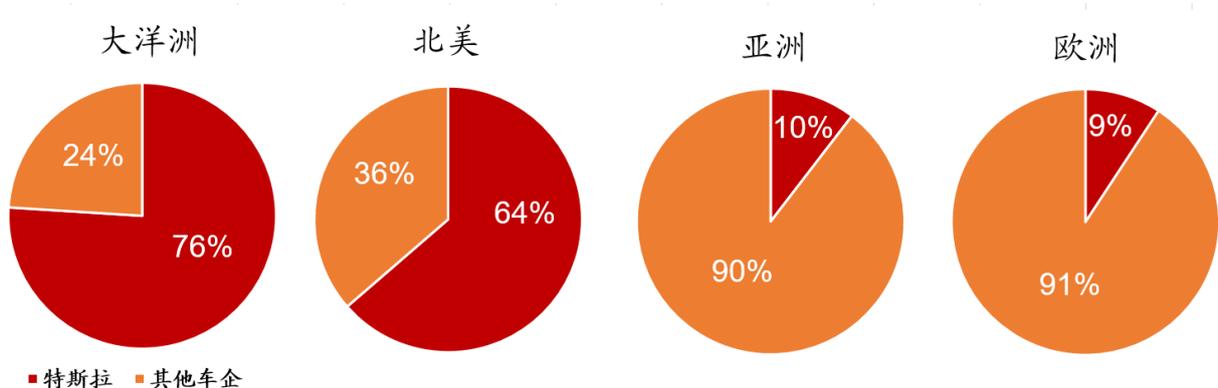
图 161: 特斯拉中国销量-分车型 (辆, %)



资料来源：公司公告、浙商证券研究所

特斯拉占据北美洲和大洋洲过半的电动车市场份额。北美洲及大洋洲：北美为特斯拉大本营，大洋洲与美国关系紧密，特斯拉在两地表现出色。欧洲：欧洲本土企业大众、沃尔沃依旧强势，但特斯拉已反超大众市占率登顶。亚洲：特斯拉在亚洲占比不高但绝对值高，比亚迪、五菱等本土车企的激烈竞争，该地区市占第一是比亚迪。

图 162: 特斯拉 2022 全球纯电车市场占有率



资料来源：marklines、浙商证券研究所

特斯拉多次降价，各车型价格均已历史最低。特斯拉仍存降价空间，按照 2022Q4 的 36.9 亿美元净利润，40.5 万交付量计算，特斯拉单车净利润约为 9111 美元，按照 2023 年 3 月 21 日美元汇率计算，约合人民币 6.3 万元。特斯拉目前仍拥有较高的单车净利润，相比长安、埃安、比亚迪等有更多降价空间。特斯拉此番降价更显底气。从消费者角度出

发，降价幅度较大也有助于削弱观望者“买涨不买跌”的心理，更有利于增加在手订单厚度。

图 163: Model 3 价格变动

时间节点	价格/万	幅度/万	备注
2019.6.1	32.8	-	发布价
2019.10.25	35.58	涨2.78	预订价
2019.12.6	33.1	降2.48	获得国家补贴
2020.1.3	29.9	降3.2	配件价格调整
2020.4.24	30.35	涨0.45	补贴新规
2020.5.1	27.1	降3.25	适应补贴新规
2020.10.1	24.99	降2.11	推磷酸铁锂版
2021.5.8	25.09	涨0.1	
2021.7.30	23.59	降1.5	成本进一步降低
2021.11.19	25.09	涨1.5	
2021.11.24	25.56	涨0.47	补贴退坡
2021.12.31	26.56	涨1.0	缺芯潮、缺电池
2022.3.15	27.99	涨1.4	俄乌危机材料涨价
2022.10.24	26.59	降1.4	
2023.1.6	22.99	降3.6	

资料来源：无敌电动网、浙商证券研究所

图 164: Model Y 价格变动

时间	后轮驱动	长续航	高性能	幅度
2021.3.24	/	34.79	37.79	涨0.8
2021.9.11	/	-	38.79	涨1.0
2021.11.24	28.07	-	-	涨0.47
2021.12.31	30.18	-	-	涨2.1
2022.3.10	-	35.79	39.79	涨1.0
2022.3.15	-	37.59	41.79	涨1.8、2.0
2022.3.17	31.69	-	-	涨1.5
2022.6.17	-	39.49	-	涨1.9
2022.10.24	28.89	35.79	39.79	降2.8、3.7、2
2023.1.6	25.99	30.99	35.99	降2.9、4.8、3.8

资料来源：无敌电动网、浙商证券研究所

特斯拉其首款电动皮卡 Cybertruck 将于 2023 年正式推出。新车能够在 2.9 秒内从 0 加速到时速 96 公里，拖拽能力达 6.3 吨。车型将有 250/300/500 英里三种不同的电池续航里程配置，车上还搭载了一个空气压缩机。Cybertruck 车型尺寸为 5.88 米*2.03 米*1.93 米。

特斯拉发布电动半挂式卡车 Semi。Semi 的外观设计运用了空气动力学原理，风阻系数仅有 0.36，能很好地实现节电；采用四电机设计，最大功率超过 735kW(大约 1000Ps)；作为重型卡车，空载状态下零百加速时间仅需 5 秒，满载状态下零百加速时间为 20 秒；在 2017 年初次发布时，特斯拉表示 Semi 每充电一次能续航 500 英里（约 804 公里），同时有专门的“Megacharger”电动卡车充电站，半小时能充电 80%。

图 165: Cybertruck 外观图



资料来源：公司官网、浙商证券研究所

图 166: Semi 外观图



资料来源：公司官网、浙商证券研究所

8.2.2 比亚迪：国产之光份额不断上升

全面拥抱新能源，“插混+纯电”产品矩阵不断丰富。2022 年 4 月 3 日比亚迪成为首家停售燃油车的传统车企，开始专注于插电混动和纯电动汽车业务。比亚迪插混和纯电技术经历多次迭代，插混从 DM 1.0 到 DM-i，纯电平台从 e 1.0 到 e 3.0 核心技术不断积累，产品力不断提升。比亚迪构建了海洋网+王朝网+腾势+仰望四大品牌系列和营销体系。王朝网车型面向主流产品市场，2022 年产品全面向新能源转型。海洋生物系列则全部为纯电车

型。2022年比亚迪上市了腾势D9，后又发布了高端品牌“仰望”，全面进军高端市场。随着新车型不断推出，比亚迪产品覆盖了10-100万以上的市场，产品矩阵日益丰富。

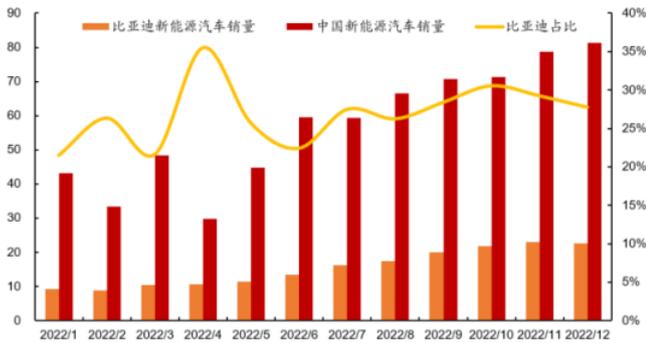
图167: 比亚迪产品矩阵

系列		车型	级别	车身结构	价格带
海洋网	海洋生物 (EV)	海豚	A0	轿车	10-15W
		海豹	A	轿车	20-30W
		海鸥	A00	轿车	< 10 (E)
		海狮	B	SUV	25+ (E)
	军舰系列 (PHEV)	驱逐舰05 (F5)	A	轿车	10-15W
		驱逐舰07	B	轿车	-
		护卫舰05	A	SUV	-
		护卫舰07	B	SUV	20-30W
		登陆舰	B	MPV	-
	王朝网	王朝系列	汉	B+	轿车
唐			B	SUV	20-35W
宋 PLUS			A+	SUV	15-20W
宋 Pro			A	SUV	10-15W
宋 MAX			A	MPV	15-20W
秦			A	轿车	10-15W
秦 PLUS			A	轿车	10-15W
元 PLUS			A	SUV	10-15W
元 Pro			A0	SUV	9-10W
腾势	腾势	腾势D9	C	MPV	35-45W
仰望	仰望	U8	C	SUV	-
		U9	-	跑车	-

资料来源: 公司官网、汽车之家、浙商证券研究所

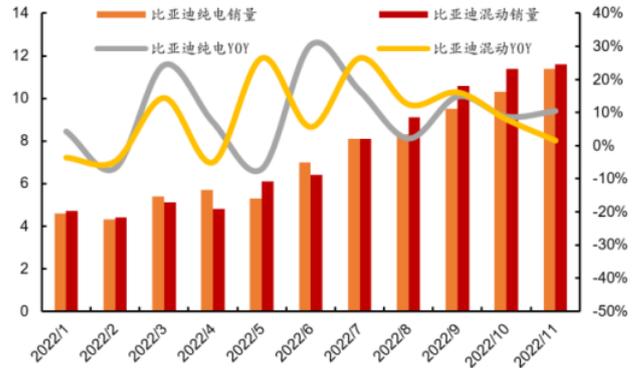
比亚迪把握新能源浪潮，销量快速上升。比亚迪凭借技术和品牌商的多年积累，销量不断创新高。2022年3月比亚迪销量首次超10万辆，半年后9月再次超20万辆，增速亮眼。比亚迪的市场份额也随之不断提升，2022年11月市场份额达历史高点，占比近40%，成为新能源汽车市场绝对的龙头。混动是汽车电动化的过度方式，比亚迪“混动+纯电”两条腿走路，全程受益汽车能源转型大趋势。比亚迪混动和纯电两种能源类型的销量各占半壁江山，并且都以较高速度不断增长。

图168: 2022年比亚迪新能源汽车销量及占比(万辆, %)



资料来源: 公司公告、wind、浙商证券研究所

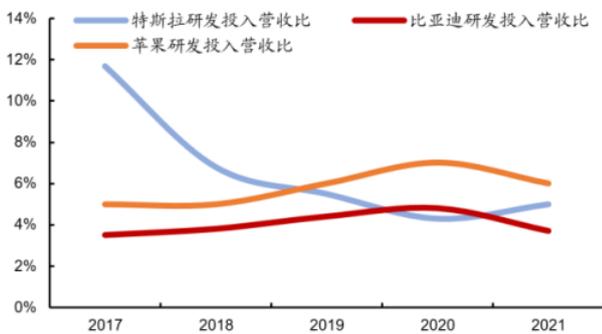
图169: 2022年比亚迪纯电和插混销量和增速(万辆, %)



资料来源: 公司公告、浙商证券研究所

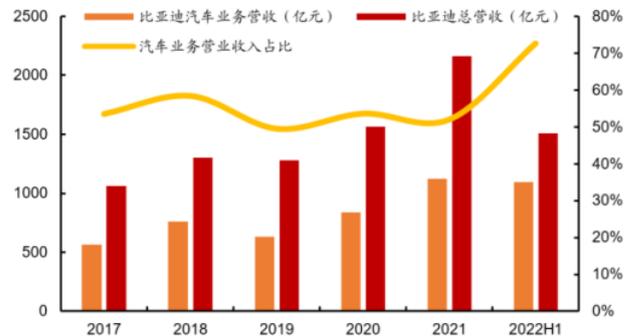
公司重视技术创新，营收和研发稳定提高。比亚迪在发展过程中非常重视技术的研发。2017~2021年,比亚迪的研发投入比十分稳定,一直维持在3.5%~5%之间,与高研发投入的特斯拉和苹果相比,比亚迪近些年表现基本与之齐平。比亚迪总营业收入年年攀升,2021年有明显提高。比亚迪汽车业务持续贡献了50%的营收,在2022年上半年占比高达72.6%,已经成为比亚迪营收年年高的核心驱动力。

图170: 2017-2021年比亚迪/特斯拉/苹果研发投入占比(%)



资料来源: wind、浙商证券研究所

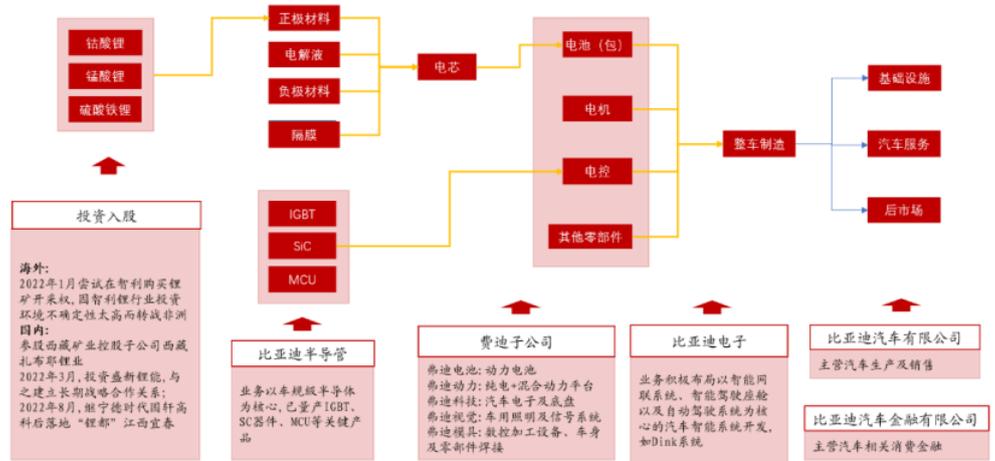
图171: 2022年比亚迪纯电和插混销量和增速



资料来源: 公司公告、浙商证券研究所

产业链垂直整合，打造集成化优势。经过几十年的发展，比亚迪深度整合产业链各个环节，从上游原材料到中游重要零部件及整车制造,再到下游基础设施、汽车服务和后市场,比亚迪基本实现了新能源汽车产业链全覆盖。在上游,比迪投资入股了锂电池原材料相关企业,提高了公司在上游原材料的议价权;在中游,比亚迪成立了弗迪系及比亚迪电子等子公司以保证自己的关键零部件供应,多余产能还可外供以提高利润,这也削弱行业缺芯贵电等不利因素对公司的影响。在下游,比亚迪设立不同子公司来承接、覆盖汽车销售及金融等领域的业务。全产业链覆盖及整合使比亚迪拥有强话语权,上下一体统筹协作,集成化创新优势明显。

图172: 比亚迪产品矩阵



资料来源: 亿欧智库、浙商证券研究所

纯电 e3.0 平台助力比亚迪实现整车架构平台化。比亚迪 e 平台迭代至 3.0 版本,从整车构建层面为纯电车提供设计车、造车解决方案,实现纯电车的造车标准化。e 平台 3.0 得益于比亚迪三电技术的沉淀与集成。刀片电池和 CTB 技术解决电动车核心安全痛点,电机电控总成系统性地提高续航与效率,令平台在安全和效率方面取得惊人成就。同时,e 平台 3.0 还具备智能特性,OTA 与硬件更新、域控制集成融合、高级智能驾驶等方面的设计与配置都彰显出 e 平台 3.0 是比亚迪进军下半场智能化的重要布局。e 平台 3.0 坚持“开放共享”原则,加深与其他企业合作,共造多样纯电车,加速电动化。

图173: 比亚迪 e 3.0 平台



资料来源: 亿欧智库、浙商证券研究所

腾势 D9, 进军豪华纯电 MPV 赛道。2022 年 8 月,腾势品牌推出腾势 D9,设有 DM-i 以及纯电版本,纯电版腾势 D9 定位中大型 MPV,目前售价 33.58-46.58 万元,助力公司产

品价格带向上突破。凭借 e3.0 平台技术优势,腾势 D9 纯电版具备强产品力。腾势 D9EV 的动力系统基于比亚迪 e 平台 3.0 打造,搭载八合一电机、宽温域高效热泵,以及刀片电池,能够实现 CLTC 最长续航里程 620km, 四驱版零百公里加速 6.9s。另外,腾势 D9 拥有车载冰箱、后排液晶屏幕、第二排座椅加热、通风、按摩等配置,提升驾乘舒适程度,体现腾势 D9 的豪华 MPV 车型定位。

图 174: 腾势 D9 外观



资料来源: 公司官网、浙商证券研究所

图 175: 腾势 D9 内饰



资料来源: 公司官网、浙商证券研究所

高端品牌“仰望”向上探索。仰望汽车运用易四方平台技术,提供极致的性能与安全。易四方平台的动力系统以四电机驱动为核心,易四方平台还拥有感知、控制、执行三大核心,这是一套从感知、控制、执行三个环节,全方位颠覆传统汽车驱动系统能力的创新技术。在感知方面:融合感知,实现车辆运动状态全方位感知;在控制方面:采用中央计算平台与域控控制相结合的控制架构;在执行方面:四轮独立扭矩控制;在性能方面电机最高转速超 2 万转,整车最大马力超过 1100 匹,最高效率 97.7%。仰望 U9 定位纯电超跑,公司车型持续向高端化进军。仰望 U9 车型定位百万级纯电动性能轿跑,采用易四方平台技术,零百加速达到 2s 级。仰望 U9 助力公司纯电产品价格带持续上攻,待 U9 车型正式落地,预计公司纯电产品价格带将实现十万级到百万级的覆盖,公司品牌力有望持续向上突破。

图 176: 仰望 U8 外观



资料来源: 浙商证券研究所

图 177: 仰望 U9 外观



资料来源: 浙商证券研究所

8.2.3 华为造车: 三种模式切入汽车市场

华为现已形成**零部件供应、Huawei inside、华为智选**三种与车企合作的模式。在这三种模式下，华为参与度不断提升。2013年华为以类似于传统 Tier 1 供应商的模式切入汽车零部件。2020年华为推出 Huawei Inside (HI)模式，与车企联合开发，为车企提供智能汽车全栈解决方案。2021 华为再次推出智选模式，该合作模式更加深入参与产品定义和整车设计，产品可以进入华为渠道销售。

表34: 华为三种合作模式

模式	合作车企	开始合作时间	首款车型或即将发布时间
智选模式	塞力斯	2019年1月	SF5
	奇瑞	2022年	2023E-2024E
	江淮	2022年	2023E-2024E
Huawei Inside 模式	北汽	2019年1月	极狐 HI 版
	长安	2020年11月	2023E
	广汽埃安	2022年7月	2023E
零部件 Tier 1 模式	比亚迪、吉利、长城、一汽、奔驰等	2013年起	-

资料来源：公司公告、浙商证券研究所

华为零部件供应商模式：定位类似于传统 Tier 1 供应商。华为以深耕多年的通讯模块为切入开始进入汽车领域。经过多年积累，华为在智能汽车供应链中的产品矩阵越来越丰富，先后推出了智能座舱全栈式解决方案、华为 HiCar、MDC 车载计算平台、激光雷达、4D 雷达、三合一&多合一动力系统、HiCharge 等产品。覆盖了智能驾驶、智能座舱、电动化、智能网联四大领域。华为的零部件已搭载在 沃尔沃、奔驰、上汽、比亚迪、广汽等车企的多款车型上。

表35: 搭载华为零部件的主要车企及车型

车企	合作车型	搭载华为产品
沃尔沃	XC40 RECHARGE	HMS
	Polestar 2	HMS
奔驰	S 级	HMS
	新宝骏 RC-6	HiCar
上汽集团	新宝骏 E300	HiCar
	荣威 Imax8	HiCar
	荣威 MaevelR	T-Box
	大通 EUNIQ5/6	DriveONE 三合一
比亚迪	宋 Pro	NFC 车钥匙
	汉	NFC 车钥匙、HiCar、5G 模组 MH5000
广汽新能源	AionV	5G 芯片巴龙 5000
北汽新能源	ARCFOX α-T	T-Box
东风汽车	岚图 FREE	HiCar
一汽集团	奔腾 NAT	DriveONE 三合一
	几何 G6	鸿蒙座舱
吉利汽车	几何 M6	鸿蒙座舱

资料来源：各公司官网、浙商证券研究所

Huawei Inside (HI) 模式: 该模式下, 华为提供全栈智能汽车解决方案, 与车企联合设计、开发车型。车型的关键智能零部件依旧由华为提供, 但整车开发制造由车企负责, 最终车身打上“HI”标识。1) **北汽极狐:** 北汽极狐阿尔法 S HI 版是首款 HI 模式合作车型。其搭载华为 MDC810 智能驾驶平台、MDC810 智能驾驶芯片、鸿蒙座舱等华为元素。2) **阿维塔 11:** 系长安、华为、宁德时代联合打造的阿维塔品牌旗下首款车型, 定价售价 34.99~40.99 万元。智能驾驶标配 AVATRUST 超感系统, 包括 3 颗激光雷达、6 颗毫米波雷达、12 颗超声波雷达、13 颗摄像头共 34 个智驾传感器。另外搭载 AVATRUTH 超算系统, 采用了高性能计算平台、融合感知算法、VRU 交互与博弈算法, 拥有 360°全覆盖的融合感知能力, 算力高达 400TOPS。3) **广汽埃安:** 与华为联合开发的 AH8 车型, 采用 HI 合作模式, 定位中大型智能纯电 SUV, 计划于 2023 年底量产。车型将基于广汽 GEP3.0 底盘平台、华为 CCA (计算与通信架构) 构建的新一代智能汽车数字平台, 搭载华为全栈智能汽车解决方案, 具备高级别自动驾驶功能。

图178: 北汽极狐外观



资料来源: 北汽极狐官网、浙商证券研究所

图179: 阿维塔 11 外观



资料来源: 阿维塔管官网、浙商证券研究所

华为智选模式: 华为在汽车领域不仅提供零部件和解决方案, 还积极参与产品设计、营销和销售渠道的各个环节。采购供应链方面, 车企仍是主导, 而生产制造则主要依赖于与合作车企的产能。赛力斯成为首个采用智能选型模式与华为合作的车企, 并已推出三款车型, 其中问界品牌的两款车型成为智能选型车型的销售主力。2022 年, 问界共销售了 M5 车型 5.7 万辆和 M7 车型 2.4 万辆。此外, M5 车型还推出了纯电版本, 以进一步扩大消费群体范围。

图180: 赛力斯与华为合作历程



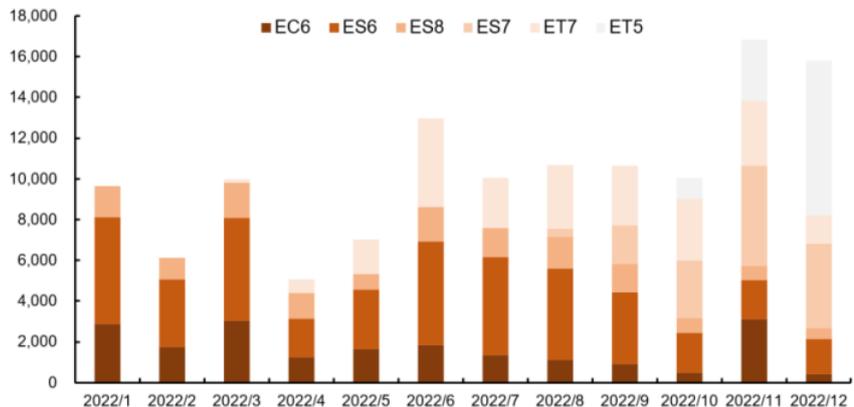
资料来源: 公司公告、公司官网、浙商证券研究所

8.2.4 蔚来汽车: 高端定位, 主力车型放量

蔚来汽车坚持高端定位。蔚来汽车一直坚持高端市场定位, 已经推出了六款车型, 包括“866”和“775”系列, 均定位于30万以上的高端市场。蔚来品牌一直将客户体验放在核心位置, 不断推进三电技术和智能驾驶等核心技术的研发, 并在换电、BaaS、客户服务等方面实现了自己的差异化竞争策略。在高端乘用车市场上, 竞争格局相对集中, 蔚来凭借其在电动化和智能化方面的先发优势, 有望不断提升其在高端市场的市场份额。

“775”车型逐渐成为销量主力。2022年蔚来全年共交付12.2万辆, 同比提升34%。其中“775”车型共交付4.9万辆, “866”车型共交付7.6万辆。随着下半年“775”车型产能爬坡, 交付量快速上升, 12月份共交付1.3万辆, 占比为83.1%, 该系列已经成为销量主力。

图181: 蔚来汽车销量(辆)



资料来源: 公司公告、车主之家、浙商证券研究所

蔚来持续加码换电站, 已过1300座大关。公司在换电站服务方面持续投入, 换电站数量逐步增加。截止2022年12月公司全球共有1315座换电站, 全年新建538座。2023年公司计划新增1000座换电站。在欧洲, 蔚来同样积极布局换电站, 优先布局德国、荷

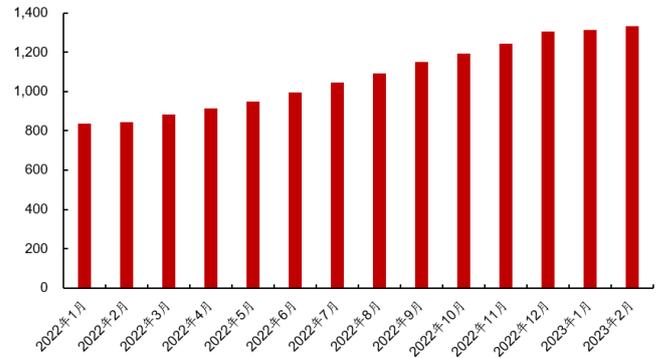
兰、丹麦和瑞典四个国家。2023 年计划在欧洲建成 120 座换电站。2025 年计划海外市场建成 1000 座换电站，其中大部分会分布在欧洲。

图 182: 蔚来换电站分布



资料来源: 蔚来汽车官网、浙商证券研究所

图 183: 蔚来换电站数量 (座)



资料来源: 蔚来公众号、浙商证券研究所

蔚来汽车的 NT2.0 平台在提升产品力方面取得了显著进展。该平台采用自主研发的电驱系统和悬架控制系统等核心技术。在技术路线方面，蔚来选择了前永磁同步电机和后感应异步电机的双电机架构。在双驱状态下，前置永磁同步电机工作，其能耗与单电机车型相当。在 2022 年第一季度，蔚来汽车推出了第二代电驱系统，随后将其应用于“775”车型。

8.2.5 理想汽车: 产品换代完成, 销量更上一层楼

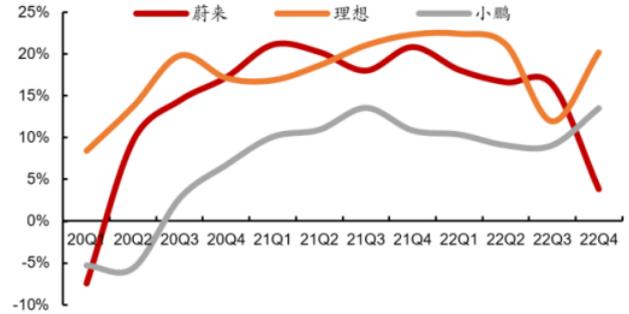
理想汽车销量迈上新台阶。2022 年理想汽车发布并交付了全新平台的理想 L9, 该款车型一经发布便成了家用 SUV 市场的明星产品。随后公司发布了理想 L8 来平行替代理想 ONE, 产品换代期间理想汽车交付量出现短期波动, 但随着 L8 上市, 公司交付量迅速恢复。公司 2022 年共交付 13.3 万辆, 同比增长 47.2%。优秀的成本控制能力打造出极具性价比的产品。理想也通过全部标配的模式使每一个零部件都可以快速实现规模效应。随着公司产品销量不断提升, 规模效应逐步显现。公司毛利率从 2020Q1 的 8.02% 提升到了 2022Q4 的 20.21%。Q3 受车型换代影响毛利率有所下降, 但随着高毛利车型理想 L9 交付, Q4 毛利恢复高位。

图184: 2022年理想汽车销量(辆)



资料来源: 公司公告、浙商证券研究所

图185: 蔚小理毛利率对比(%)



资料来源: wind、浙商证券研究所

产品换代完成, 新产品拓展新动能。2023年计划推出的 Shark 与 Whale 平台将采用 800V 高压架构, 同时布局 400kW 快充技术, 形成快速补能完整体。理想汽车或在 23 年推出的纯电 MPV 车型将搭载宁德时代最新一代麒麟电池, 该电池梯级利用率高达 72%, 系统能量密度高达 255Wh/kg, 续航里程超 1000km。大容量电池配合高压快充技术可以完美解决续航和补能两大痛点。届时公司将拥有增程+纯电两种领先技术, 潜在用户将拥有更多选择权。理想表示在推出纯电车型之前将提前布局充电网络, 快充技术先于高压平台车型落地。

图186: 理想汽车产品矩阵



资料来源: 理想汽车公告、浙商证券研究所

理想 L9 是定价 45.98 万元的全尺寸 SUV, 在尺寸和智能化两方面都具有较强竞争力。理想 L9 的竞品主要分两类, 一类是同价位的中大型 SUV: 宝马 X3、奔驰 GLC、奥迪 Q5L 等。另一类为同尺寸大型 SUV: 宝马 X7、奔驰 GLS、奥迪 Q8 等。

理想 L9 空间优势明显。同价位车型中理想 L9 轴距达到 3.1 米, 远超竞品车型, 空间方面极具性价比。同尺寸的竞品宝马 X7, 奔驰 GLS 轴距与理想 L9 旗鼓相当。对比内部空

间，理想 L9 在腿部空间方面具有明显优势，在头部空间、行李箱纵深指方面也毫不逊色。

图 187: 理想 L9 外观图



资料来源：理想汽车官网、浙商证券研究所

图 188: 理想 L8 PRO/MAX 区别

理想L8 Pro		理想L8 Max	
理想智能座舱SS Pro 前屏四块交互系统	理想智能驾驶AD Pro 安全舒适的低速NOA	理想智能座舱SS Max 五屏三维交互系统	理想智能驾驶AD Max 全场景智能驾驶
前屏双15.7英寸LCD 中控屏和副驾屏	地平线 征程5芯片	前屏双15.7英寸LCD 中控屏和副驾屏	英伟达 Orin-X芯片
13.35英寸HUD	800万 像素摄像头	13.35英寸HUD	800万 像素摄像头
安全驾驶交互屏	200万 像素摄像头	安全驾驶交互屏	200万 像素摄像头
分布式麦克风	毫米波雷达	分布式麦克风	毫米波雷达
21扬声器 7.3.4全置声		21扬声器 7.3.4全置声	12扬声器 7.3.4全置声
高通8155芯片		高通8155芯片	高通8155芯片
		15.7英寸LCD 后排娱乐屏	

资料来源：理想汽车发布会、浙商证券研究所

理想 L9 智能化配置领先。智能座舱方面，理想 L9 配有 3 个 15.7 寸屏幕，在尺寸和数量上均优于 BBA 竞品车型。座椅加热/通风/按摩功能也优于竞品。理想 L9 还配备大容量冰箱来满足家庭出行需求。智能驾驶方面，理想 L9 标配 L2++ 级别智能驾驶，竞品车型基本刚满足 L2 级别辅助驾驶。硬件方面理想 L9 搭载两颗英伟达 Orin-X 芯片和前向 128 线激光雷达，可以满足 L4 级别智能驾驶硬件需求。L8/L7 车型在 L9 强有力的产品力基础上，开拓五座和中型 SUV 市场。

图 189: 理想汽车产品矩阵

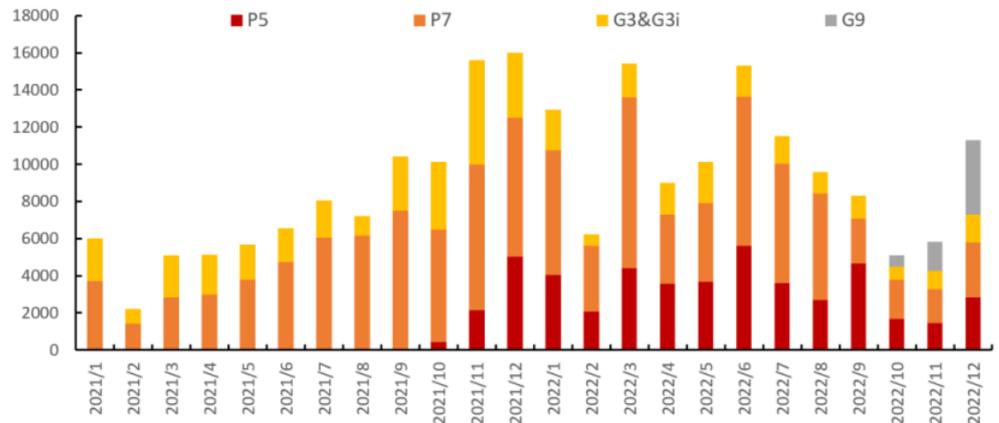
	理想L9	宝马X3	奔驰GLC	奥迪Q5L
售价(万元)	45.98	39.29-47.98	40.25-47.12	39.68-48.70
车身尺寸 (mm)	5200*1998*1800	4737*1891*1689	4764*1898*1642	4700*1893*1667
轴距(mm)	3100	2864	2973	2907
空气悬架	双空气弹簧	无	无	无
智能驾驶	智能驾驶等级	L2	L2	L2
	中控屏	12.3	12.3	10.1
	副驾驶娱乐屏	无	无	无
	扬声器	标配21个	7/13个	10/19个
智能座舱	座椅	6座, Nappa真皮	5座, 仿皮	5座, 仿皮
	座椅加热	全部●	前排●	前排●后排○
	座椅通风	●	无	○
	座椅按摩	●	无	无
	车载冰箱	有	无	无

资料来源：汽车之家、浙商证券研究所

8.2.6 小鹏汽车：组织架构调整，产品陆续换代提升综合竞争力

G9 新车型上市，车型完善价位上拓。小鹏汽车在售四款车型，价格区间在 15-50 万元之间。虽然新上市的 G9 车型正在产能爬坡阶段，交付量有待提高，但仍以 P7 车型为销售主力。小鹏汽车目前正处于产品换代过渡时期，因此交付量受到了一定的压力。随着 P7 等车型的换代完成，小鹏汽车在智能化和补能体系方面的优势将有助于销量逐步回升。在 2022 年，小鹏汽车共交付了 12.1 万台新车，同比增长 23%。其中，小鹏 G9 的销量逐步攀升，仅 2022 年第四季度就交付了 2.2 万台。

图190: 小鹏汽车销量(辆)

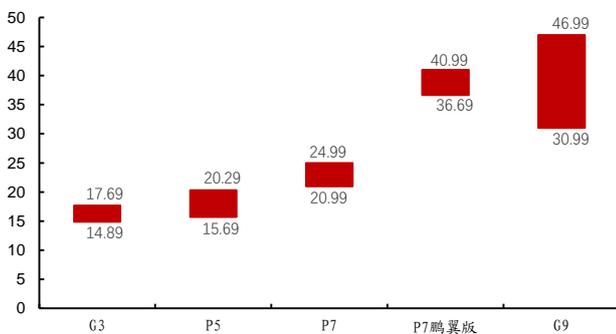


资料来源: 公司公告、浙商证券研究所

组织架构调整激发团队活力。小鹏汽车在2022年10月进行了一次重大组织架构调整,设立了五大委员会和三个产品矩阵组织。五大委员会分别是战略委员会、产规委员会、技术规划委员会、产销平衡委员会和OTA委员会。公司董事长兼CEO何小鹏直接负责战略委员会、产规委员会和技术规划委员会。联合创始人何涛则担任技术规划委员会副主任和产销平衡委员会主任。此次调整旨在整合资源,发挥集中决策的优势。在战略规划方面,小鹏汽车将更加注重市场需求和产品体验。

研发全球布局,产能逐步扩张。小鹏汽车研发中心遍布全球,研发总部位于广州,另外在北京、上海、深圳以及美国硅谷和圣地亚哥等地同样设立研发中心,并在肇庆、广州和武汉布局自建生产基地(各拥有10万辆/年的产能)。截至2022年6月30日,小鹏汽车在全球拥有13955名员工,其中研发人员达5554人,占比达到39.8%。智能化和电动化依旧是小鹏立足的本根。

图191: 小鹏汽车各产品价格区间



资料来源: 浙商证券研究所

图192: 小鹏汽车工厂产能

	产能(万辆)	生产车型
肇庆	10	G3i、P7、P5
广州	12	G9等
武汉	10	G9等

资料来源: 公司公告、浙商证券研究所

800V 高压碳化硅平台率先上车。小鹏汽车自研的800V高压平台充电峰值电流超600A,电驱效率高达95%以上,系统综合效率将近90%,可实现充电5分钟续航200公里。另外全新电气架构能对线束需求量大大降低,从而减轻整车重量优化续航。其它车企

包括保时捷、极氪、现代起亚等均已发布旗下的 800V 电气架构车型。800V 高压平台应用的碳化硅功率半导体,可以大幅提升充电效率、续航里程。

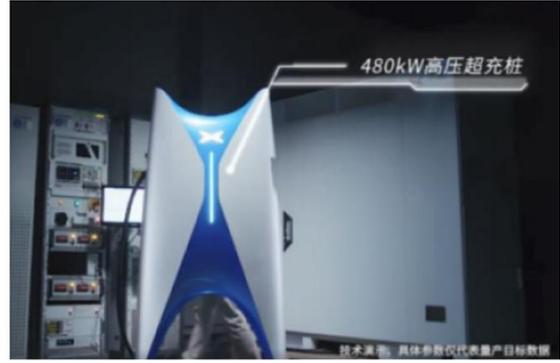
发布 S4 超充实现 480kW 最大功率。小鹏自研自建的 480kW 高压超充桩应用了液冷散热等技术,单桩最大功率可达 480kW,最大电流达到 670A,峰值充电功率 400kW。小鹏在超快充桩、超快充线缆、充电接口以及电池等方面,针对安全性进行了相应的升级,在-20°C以上均可正常充电。截至 2022 年 12 月 31 日,小鹏自营充电站已累计上线超过 1000 站,其中超充和 480kW 超快充站超过 800 座,目的地站超过 200 座,落地全国 337 城,覆盖全国所有地级行政区和直辖市。2023 年计划新增 500 座以上 S4 充电站,小鹏的超充体系将进一步完善。

图 193: 小鹏汽车超充电桩图例 1



资料来源: 小鹏汽车、浙商证券研究所

图 194: 小鹏汽车超充电桩图例 2



资料来源: 小鹏汽车、浙商证券研究所

自主研发 XPILOT 自动驾驶系统,XPILOT 是小鹏针对中国路况和驾驶特点自主研发的自动辅助驾驶系统,经历多次迭代,功能逐步完善,2018 年小鹏发布 XPILOT 2.0 版本,后又经历 XPILOT2.5 和 XPILOT3.0 两个阶段,现已步入 XPILOT3.5 时代。2023 年计划推出 4.0 版本,该版本将实现高速和城市内全场景的智能辅助驾驶,在使用场景,地域覆盖,交互和驾乘体验方面都将得到大幅提升。

图 195: 小鹏自动驾驶发展历史



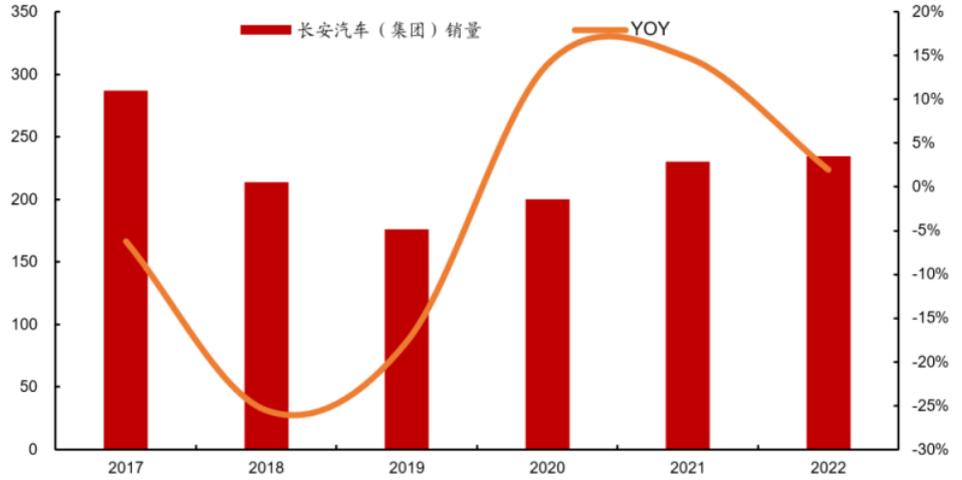
资料来源: 财联社、搜狐、太平洋号、浙商证券研究所

8.2.7 长安汽车: 盈利改善, 销量持续增长

长安汽车第三次创业计划开启新增长阶段。长安汽车经历多次产品销量周期,2019 年第三次创业计划落地,长安汽车新品也陆续发布,营收随之持续上行。随着 CS 系列产品

换代完成、UNI 系列车型上市、以及产品电动化智能化加速开启了新一轮产品周期。2022 年长安集团共销售 234.62 万辆，同比+2%，实现销量三连增。

图196: 长安汽车（集团）销量及增速（万辆，%）

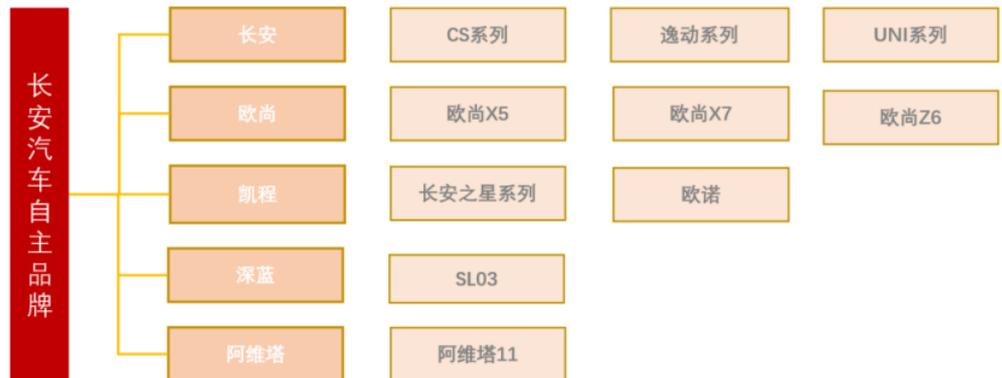


资料来源：公司公告、浙商证券研究所

长安福特、长安马自达贡献主要合资车型销量。2013 年长安福特马自达拆分为长安福特及长安马自达,同时引入长安标致雪铁龙。2017 年起,由于行业下行叠加自主品牌崛起,合资品牌销量有所下滑,2020 年起长安福特销量再次发力,销量开始回升。2022 年长安福特和长安马自达分别销售 25.1 万和 10.4 万台,合计占总销量的 15%。

自主品牌产品矩阵完善,覆盖主流市场。公司旗下自主品牌包括长安(CS、UNI、逸动等系列)、欧尚、凯程、长安深蓝与阿维塔。CS 系列深耕大众 SUV 市场,是公司的主力车型系列; UNI 定位中高端市场,覆盖价格带向上拓展;逸动系列定位为国民家庭轿车。欧尚系列定位家庭舒适用车。长安深蓝则通过前瞻创新的产品设计以及天网互联的数字生态为主打方向。阿维塔是长安、华为、宁德时代共同打造的高端智能电动车致力于探索面向未来的人性化出行科技,为用户创造充满温度的智能出行体验。

图197: 长安汽车自主品牌布局



资料来源：公司官网、浙商证券研究所

联合打造 CHN 平台助力长安电动化智能化加速。2022 年 6 月 CHN 平台正式推出,其中整车研发由长安负责,智能化及关键零部件由 华为负责,动力电池由宁德时代提供。

CHN 平台采用六层架构分布：分别是机械层、能源层、电子电气架构层、整车操作系统层、整车功能应用层、云端大数据层，性能方面，CHN 平台可搭载双电机四驱系统，全栈高压 750V，可搭载 135 千瓦时电池包，能实现 700 公里以上续航里程。旗下首款产品阿维塔 11 已于 2022 年 8 月 8 日上市。

图198: 阿维塔 11 与竞品车型对比

	阿维塔 11	岚图FREE	奥迪 Q5 e-tron
			
售价 (万元)	36.99	37.36	37.65
上市时间	2022.08	2021.06	2022.02
长*宽*高 (mm)	4880*1970*1601	4905*1950*1645	4876*1860*2965
轴距 (mm)	2975	2960	2965
电动机总功率 (kw)	425	510	150
电动机总扭矩 (Nm)	650	1040	310
纯电续航里程 (km)	555	475	560
百公里耗电量 (kwh/100km)	18.03	19.3	15.9
快充时间 (h)/电量 (%)	0.25/80	0.75/80	-
车道保持辅助系统	√	√	√
道路交通标识识别	√	√	√
自动泊车入位	√	√	×

资料来源：汽车之家、浙商证券研究所

长安深蓝高性价比塑造产品竞争力。长安深蓝首款车型 SL03 已于 2022 年 7 月上市,定位中型车市场，配有纯电、增程、氢电三种车型，在规划的有 5 款产品。长安深蓝品牌致力于定位当下 Z 时代人群，为用户提供四大品牌价值：1) 创新重构 2) 万物互联 3) 体验随心 4) 低碳生活。首款产品 SLO3 在智能配置方面性能优异:智能座舱配备高通 8155 芯片,搭载 AR-HUD 等智能设备。该款产品在动力和智能两大核心领域表现出的实力展现了新车强大的市场竞争力。

图199: 长安深蓝 SL03 和精品对比

	长安深蓝 SL03	比亚迪海豹	红旗 E-QM5
售价 (万元)	21.59	20.98/22.28	20.78
长*宽*高 (mm)	4820*1890*1480	4800*1875*1460	5040*1910*1569
轴距 (mm)	2900	2920	2990
电动机总功率 (kw)	160	150	140
电动机总扭矩 (Nm)	320	310	320
CLTC纯电续航里程 (km)	705	550	620
百公里耗电量 (kwh/100km)	12.9	12.6	13.2
快充时间 (h)/电量 (%)	0.58/80	0.5/80	0.7/80

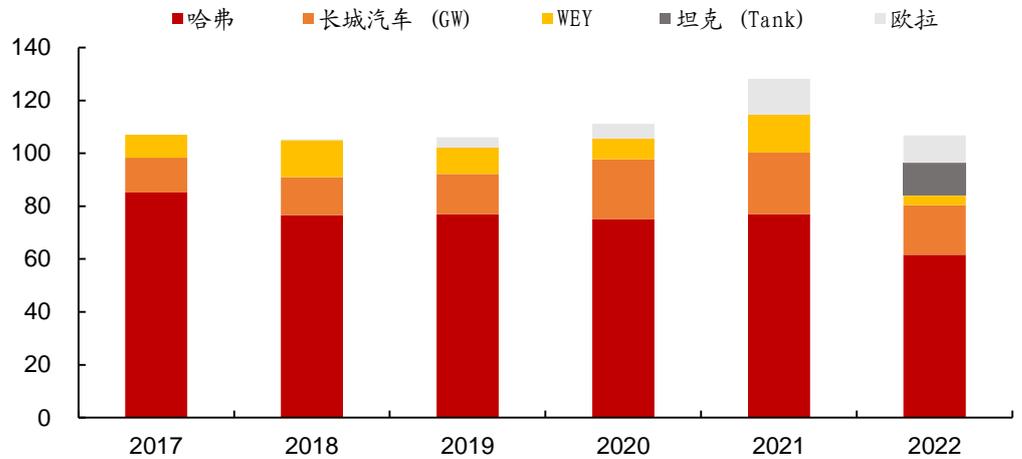
资料来源：汽车之家、浙商证券研究所

8.2.8 长城汽车：组织架构改革，加速拥抱新能源

销量短期承压，组织架构调整激发活力。2022 年长城汽车累计销售 107 万辆,同比下降 17%，哈弗品牌 2022 年销量为 61.7 万辆，同比下降 21%，短期长城汽车销量有较大压力。2022 年下半年长城汽车对组织架构进行了调整，旗下品牌重新整合，采取双品牌运营模式将欧拉和沙龙、魏牌和坦克进行整合。调整环节包括品牌管理、渠道运营、销售管理、售后服务等。形成了“强后台、大中台、小前台”的 3.0 版本组织架构。此次调整，一

方面是对旗下纯电车型的开发、产品定位等方面进行统一管理，另一方面将会对长城汽车的 SUV 车型进行统一布局。

图200: 长城汽车各品牌销量 (万辆)



资料来源: marklines、浙商证券研究所

长城汽车全球化不断加速。公司不断加码海外产能和研发布局。公司发布的“2025 战略”指出到 2025 年长城汽车将实现全球销量 400 万辆,营业收入超过 6000 亿元。在此战略指引下,长城汽车积极开拓海外市场。公司现已在俄罗斯、印度、泰国、巴西等地布局工厂,并在美国、奥地利、德国、日本、韩国等地布局研发中心。未来长城在东南亚,南美洲等地的市场份额有望进一步提升。

图201: 长城汽车研发中心和生产基地布局



资料来源: 公司公告、浙商证券研究所

智能驾驶携手毫末智行。毫末智行前身是长城汽车智能驾驶前瞻分部。毫末智行全栈自研自动驾驶软硬件系统,是中国智能驾驶量产数量最多的公司之一。毫末智行共开发了三条产品路线,分别是乘用车辅助自动驾驶系统和低速物流配送车,以及智能硬件,包括

服务跟随机器人，载物平板车等。现已有 10 款自动驾驶产品亮相，主要车型包括摩卡、拿铁、玛奇朵、坦克 300、坦克 500、哈弗神兽等。HPilot 3.0 是中国第一个重感知辅助驾驶系统、第一个可大规模量产的城市 NOH。仅用时 390 天即完成了用户辅助驾驶行驶里程突破 1000 万公里。毫末智行已成为中国量产自动驾驶的领跑者。

8.3 风险提示

新能源汽车销量不及预期、疫情反复、产业链供应不稳定风险、价格竞争风险

9 一体化压铸：高效率、低成本轻量化的汽车制造革命

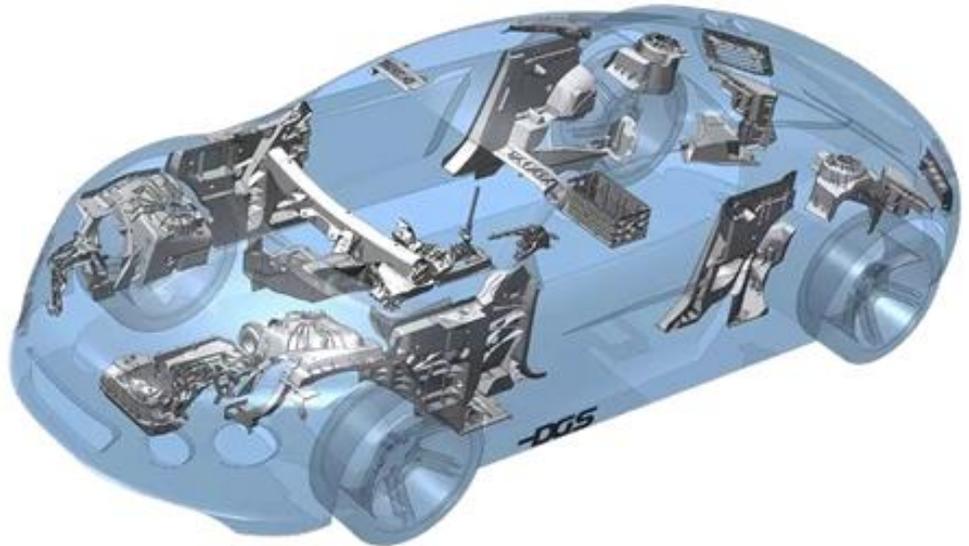
9.1 一体化压铸：降本、提效、轻量化

一体化压铸技术的应用是汽车工业一次重要的变革，特斯拉开创先河，其他厂商纷纷跟进。一体化压铸工艺有诸多优势：集成制造降本（降低制造成本 40%）、减重提高续航里程（14%）、极大提高生产效率（1-2h 冲焊缩短至 3min 压铸）。这三点是所有整车尤其新能源车的“生命线”。尤其目前车企相继降价，成本竞争力尤为关键。

9.1.1 压铸工艺：小型化向一体化迈进

压铸是汽车零部件常用制造方式之一，原理是用压机将金属液压射到模具中。优点是可以生产形状复杂且壁薄的金属零件。压铸材料绝大部分是铝和镁。

图202： 汽车中的压铸结构件



资料来源：压铸技术网，浙商证券研究所

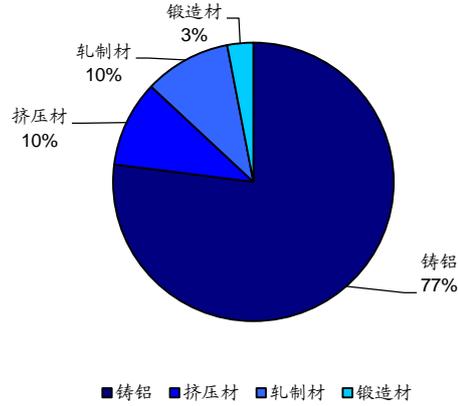
图203: 汽车压铸件

应用领域	产品名称	主要产品图示		产品类别
汽车 压铸件	真空泵/油泵壳体、水泵壳体			汽车发动 机系统零 件
	汽车发动机			
	汽车空调压缩机			
	汽车滤清器壳体			
	汽车节气门壳体			
	汽车变速箱壳体			汽车变速 箱系统零 件
	汽车变速箱零件			
	汽车转向器壳体			
	制动零件			汽车制动 系统零件
	车门框架、纵横梁、减震塔及其他汽车件			车身 结构件
游艇发动机、太阳能产品、通信器材			-	

资料来源：文灿股份招股说明书，浙商证券研究所

一辆汽车中绝大部分铝零部件都是铸造件，压铸件又占铸造件的绝大部分份额。一辆燃油车铸铝、铝板带、铝型材、铝锻件分别占 77%、10%、10%和 3%。

图204: 铸造铝占汽车用铝比例较高



资料来源:《铝合金在新能源汽车工业的应用现状及展望》李龙等, 浙商证券研究所

铸铝在汽车中应用领域广泛, 但主要以小型零部件为主。我们认为制约压铸材料大型化的发展主要是两个技术难点:

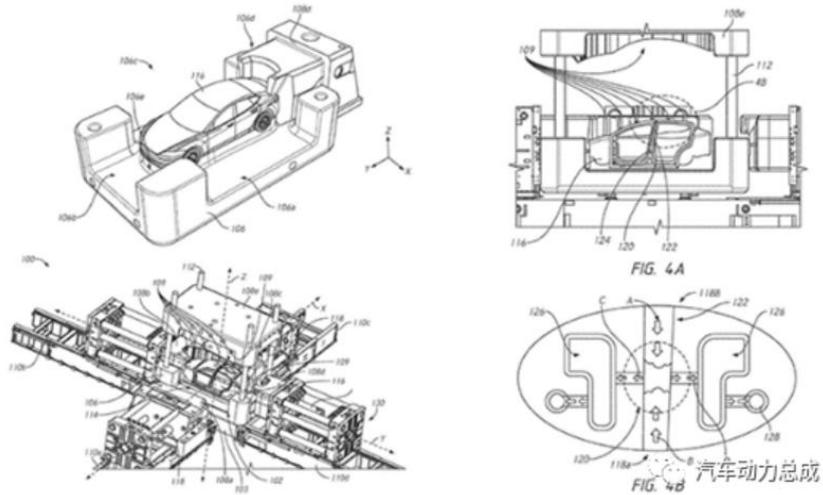
1、压铸机锁模力的大小: 压铸机按锁模力大小可以分为小型机 (≤ 400 吨)、中型机 (400 吨 ~ 1000 吨) 和大型机 (≥ 1000 吨), 而在 2019 年上半年国内压铸机锁模力最大为 4500 吨。特斯拉一体压铸所需要的压铸机至少要达到 6000 吨以上。

2、高延伸率的铝合金以及免热处理: 想做更大、更复杂的零部件就需要材料更好的延伸率从而易于填充模具。同时传统铸件需要进行热处理来满足强度等性能, 但热处理最大的问题就是变形, 小的零部件可以矫正但大型零部件矫正成本过高。此外大型零部件不同部位本身对性能要求不同也不能用同一种热处理方式来处理。所以合金免热处理是不可少的。

9.1.2 特斯拉为何如此看好一体压铸

特斯拉新专利提出“一体铸造”技术。2019 年 7 月, 特斯拉发布新专利“汽车车架的多向车身一体成型铸造机和相关铸造方法”, 提出了一种车架一体铸造技术和相关的铸造机器设计。该技术将通过多向压铸机, 包括一个具有车辆覆盖件的模具, 以及几个可以相对于覆盖件模具平移的凸压模具实现。此类凸压模具会分别移动至铸造机中央的铸造区, 负责不同部件的铸造, 在一台机器上完成绝大部分车架的铸造工作。”

图205: 特斯拉一体化压铸专利示意图



资料来源: 特斯拉官网, 浙商证券研究所

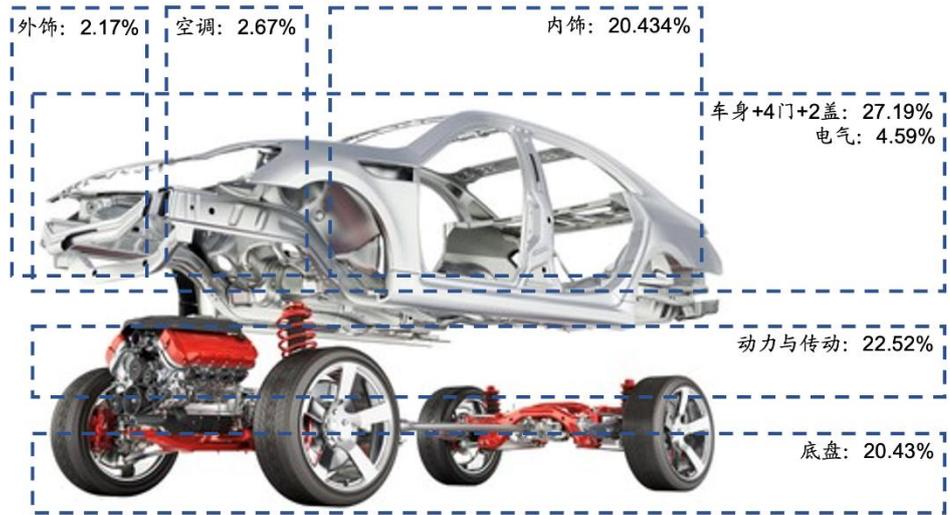
2020年9月22日的特斯拉电池日发布会上, 马斯克称特斯拉 ModelY 将采用一体压铸生产车身后底板总成, 下车体总成重量将降低 30%, 制造成本下降 40%。同时特斯拉计划用 3 个大型压铸件拼接成整个下车体总成, 替换掉原来的 370 个零件。最终可以实现汽车总重量降低 10%, 续航里程增加 14%。

图206: 特斯拉一体压铸发展梳理

日期	特斯拉一体压铸梳理
2019.7	发布新专利“汽车车架的多向车身一体成型铸造机和相关铸造方法”
2020.8	第一台大型压铸设备在加州的弗里蒙特工厂安装
2020.9	特斯拉于电池日上宣布 ModelY 将采用一体化压铸后底板总成, 可减少下车体总成重量 30%, 降低 40%制造成本, 且时间将从 2-3h 缩短至 180s 以内
2021.2	上海超级工厂引入力劲科技生产的 6000 吨大型压铸机 GigaPress, 用以生产 ModelY 的后底板
2021.5	前舱一体化铸件试验完成。
2022.4	马斯克在得州工厂开幕式上宣布 1、得益于超大的一体压铸机, 得州工厂仅 ModelY 单款车的生产能力就达到了 50 万台/年。 2、前车身一体压铸亮相。此前 modely 仅在后底板部位使用一体压铸工艺。前后车身采用一体压铸后相较 model3 的 1000 个机器人减少了 600 个。马斯克称需要非常大的压铸机。
2022.5	意德拉首发 9000t 压铸机, 会应用到 cybertruck 做后底板

资料来源: 特斯拉官网, 浙商证券研究所

图207: 汽车整车质量占比分析



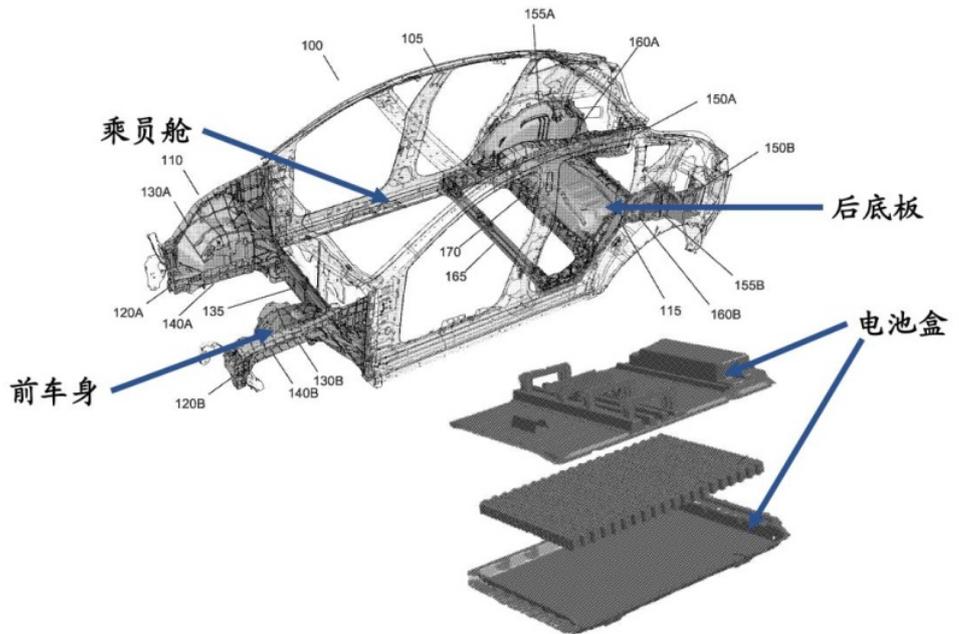
资料来源: 董学锋《车身材料与车身轻量化》，浙商证券研究所

1、技术路径: 后底板-前车舱-中地板-电池包-乘员舱: 在特斯拉的一体压铸之前, 车身部位铝的渗透率很低, 尤其是燃油车平均仅有 3%, 而电动车也以钢铝混合车身为主。

特斯拉主要针对车身部位推进一体化压铸制造, 首先是想用三个一体化压铸件拼成下车身总成, 按照技术突破的顺序分别为后底板、前车舱和中地板 (CTC 电池包上盖), 再其次就是乘员舱部位。目前后底板已经实现量产使用, 而前底板也官宣亮相成功下线。

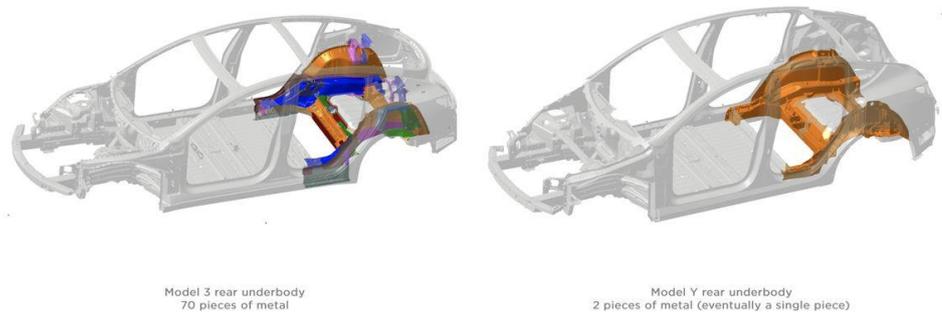
据特斯拉发布会介绍, 其想法利用上述 3 个一体化压铸压铸件替换掉 370 个零件组成的下车体总成, 实现整体减重 10%, 续航里程增加 14%。

图208: 特斯拉推进一体压铸四大部位



资料来源: 特斯拉官网, 浙商证券研究所

图209: ModelS 与 ModelY 对比



资料来源：特斯拉 2020Q1 季报，浙商证券研究所

2、优势：高效率+降成本+轻量化

我们认为一体压铸的优势是生产高效+降成本+轻量化。以特斯拉 ModelY 的后底板为例。

高效率：一体压铸将 Model3 后底板的 70 多个零部件减少至 1-2 块，相比于 70 多个零部件冲压、焊接所需要的 2 小时左右，一体压铸将时间极大地缩减至 80-90 秒，所以马斯克称得州工厂可以实现年产 50 万辆 Modely 得益于一压铸。

降成本：一体压铸主要是通过大量工艺、设备的节省从而实现降低制造成本。用一个大型压铸件的一次压铸节省了传统的几十个零部件冲压、焊接等工艺，节省了大量的生产设备，同时也缩小了 30% 的占地面积。人力上所需技术工人仅为传统汽车焊接工厂的十分之一，马斯克称一个大型压铸件可以节省 300 个机器人。

轻量化：轻量化意义不言而喻，按照特斯拉初步计划能在三个车身结构（车身后底板+CTC 电池包上盖与车身中地板+车身后底板）用一体压铸工艺，可以减重 10%，续航里程增加 14%。假设一辆车 60 度电，提高 14% 的续航里程相当于节约 8-9 度电，节省成本 6400-7200 元。

市场比较担心的是维修成本高昂的问题。整体来看下车身总成受损概率较小，且一般受损事故都属于整车报废级别的。这样的设计也最大程度减少了维修成本。而且由于一体压铸件易于回收，一定程度上也节省了维修的原材料费用。

图210: 一体压铸优缺点梳理

优点	
易回收	相较材料牌号各异的几十个零部件，一体压铸件回收价值非常高
高效率	1000 余次焊接变为一次压铸极大节省时间，从 2 小时缩短到 80-90s，同时也减少了累积误差
降低成本	我们认为综合下来可以降低成本 20-40%，同时减少 30% 占地面积、技术工人数量从 200-300 人缩减到 20-30 人。
减重	按照特斯拉初步计划能在三个车身结构（车身前底板+CTC 电池包上盖与车身中地板+车身后地板）用一体压铸工艺，可以减重 10%，续航里程增加 14%。假设一辆车 60 度电，提高 14% 的续航里程相当于节约 8-9 度电，节省成本 6400-7200 元。
缺点	
压铸机、模具成本高	一台超大型压铸机的采购价都在大几千万，远高于传统的冲压机；另外还有模具和压铸岛等，初始的大量资本开支形成一定的资金门槛和销量门槛，不具备这样门槛的车企需要寻找第三方压铸厂商来做也会增加成本
增加维修成本	因为只有 1-2 个零部件，损坏就需要整体维修，不过后底板一体压铸一定程度解决了这一问题：一般后底板损坏率很低。

资料来源：远瞻智库，浙商证券研究所

3、主流车身成本比较

我们通过测算比较三类主流车身和一体压铸车身的成本：

1) 钢：车身重量 350-450kg，钢材种类包括高强钢、热成型钢等，加上焊接等成本整体在 6500-8400 元。

2) 全铝焊接：典型的车是奥迪 A8、特斯拉 models 等，像奥迪 A8 白车身重量 240kg。全铝车身造价高不仅在铝材贵，而且铝的焊接性能远比钢差，所以焊接成本较高，总体造价在 32000 元左右。

3) 钢铝混合：车身重量在 300-350kg 之间，是目前电动车主要的车身结构选择，典型的像 model3，成本介于以上两者之间，总体在 16000 元-20000 元这个水平。

4) 一体压铸全铝：略高于全铝焊接车身，250-300kg 的车重，我们预计单公斤成本 40-50 元，造价 10000-15000 元。

表36: 不同车身重量和造价比较

车身类型	车身重量 (kg)	车身平均造价 (元)
钢	350-450	6500-8400
钢铝混合	300-350	16000-20000
全铝焊接	240	32000
一体压铸全铝	250-300	10000-15000

资料来源: 建约车评等, 浙商证券研究所

9.2 一体化压铸市场空间测算: 2025 年每 1000 万辆车对应 625 亿元市场空间

我们分 2 个时间点测算一体压铸的市场空间:

1、绝大部分车企和压铸厂商于 21 年下半年和 22 年上半年开始布局一体压铸产业, 时间较为集中, 我们认为按照时间推演, 23 年会有一批压铸试件下线, 再经过一年的整车试验, 24、25 年是这一批企业量产车型的集中爆发期。

2、目前开发一体压铸的车型仍以电动车一二线龙头企业的中高档车型为主, 我们认为经过 5 年以上的技术积淀, 一体压铸会逐渐向三、四线车企和中低档车型渗透。同时传统车企也会熬过转线的阵痛期开始才用一体压铸技术。

9.2.1 单车价值量: 2025 年和 2030 年分别达到 6250 元和 11250 元

目前绝大部分车型选取后地板作为一体压铸部件, 特斯拉和蔚来走在前列已成功试制前车舱一体压铸量产车型并在 2023 车型上就能看到。其他部件像电池托盘、abc 柱、前后副车架也是目前技术可行的方向。我们认为 25 年和 30 年行业平均会达到单车价值量 6250 与 11250 元。每 1000 万辆车就是 625 亿和 1125 亿的市场空间。

表37: 一体压铸单车价值量 (目前已验证可行技术路径)

	压铸件重量 (kg)	单车价值量 (元)
后底板	50-80	2500-4000
前底板	40-80	2000-4000
2025 年合计前底板+后底板	90-160	4500-8000
中底板 (CTC 电池包上盖)	30-40	1500-2000
电池托盘	60-70	3000-3500
2030 年合计 (前底板+后底板+中底板+电池托盘)	180-270	9000-13500

资料来源: 乐晴智库, 浙商证券研究所

9.2.2 渗透率分析: 全球 2025 年纯电渗透率 40%, 插混渗透率 10%

我们利用新能源车和燃油车去分析

1、新能源车：

我们统计下来已经明确布局一体压铸的车企包括：特斯拉、蔚小理、小康、小米、高合；福特、大众、奔驰、沃尔沃；吉利、一汽、东风、长城、长安、北汽。考虑到目前一体压铸主要应用于 20 万以上的钢铝混合车型。

轻量化对电动车至关重要，可以大幅增加续航里程，或者在相同续航里程下降低电池成本，本身也可以间接降低成本。除此以外还有 20%-40% 的车身制造成本下降。所以我们认为一体压铸只是时间的问题，一体压铸工艺有望在新能源车中达到 50-70% 的渗透率。

2、燃油车：节能减排也是大势所趋

我们认为一体压铸绝对不是电动车的独角戏，传统车本身也需要轻量化实现节能减排：汽车重量每下降 10%，油耗下降 8%，排放降低 4%。

工信部《节能与新能源汽车技术路线图》提出我国汽车轻量化单车用铝目标：2025 年和 2030 年分别实现 250kg/辆和 350kg/辆。而根据 CM 集团统计，我国 2021 年乘用车单车用铝量仅 145kg，完成单车用铝目标任重而道远。而一体压铸为燃油车提供了一种低成本轻量化的方式。

表38：单车用铝量和能耗指标

	单车用铝 (kg)	乘用车油耗 (升/百公里)
2021-2025	250	5.6
2026-2030	350	4.8

资料来源：工信部，浙商证券研究所

表39：一体压铸用免热处理合金市场空间测算

	2021年销量 (万辆)	一体压铸 渗透率	2021年单车价值 量(元)	2021年市场空间 (亿元)	2025年销量 (万辆)	一体压铸 渗透率	2025年单车价 值量(元)	2025年市场空间 (亿元)
国内市场								
纯电动车	292	6%	2250	3.9	881	40%	3000	106
插混电动车	47	0	0	0	476	15%	3000	21
燃油车	1813	0	0	0	1190	0	0	0
合计	2152			3.9	2547			127
年复合增速								138%
全球市场								
纯电动车	623	9%	2250	12.6	1292	40%	3000	155
插混电动车	314	0	0	0	897	10%	3000	27
燃油车	6434	0	0	0	6112	0	0	0
合计	7372			12.6	8301			182
年复合增速								95%

资料来源：乘联会、浙商证券研究所

9.2.3 压铸机市场：每 1000 万辆车会带来 300 亿的市场空间

我们对压铸机市场空间测算如下：

一台大型压铸机每年可以生产 10 万件大型压铸件：按照特斯拉披露的生产一个压铸件前后共需要 180s，一天工作 20 小时，一年 300 天工作日计算一年可以生产 12 万件，我们考虑到一定的废品率预计一台压铸机可以生产 10 万块大型压铸件；

一辆汽车需要 3 个大型压铸件，所以每 1000 万辆车需要 300 台大型压铸机；

价格：目前大型压铸机没有公开的市场价格，按照机械造价估计，我们假设 9000 吨压铸机单价为 8000 万元，加上周围的压铸岛合计 1 亿元。所以 1000 万辆车对应 300 亿的市场空间。

9.3 产业链投资梳理：压铸机+压铸厂+免热处理合金

9.3.1 压铸环节梳理：文灿股份卡位优势显著

目前公司已经获得大型一体化结构件后地板项目、前总成项目、一体化 CD 柱项目的定点，在大型一体化结构件产品领域位于行业前列，引领行业发展。

表40: 各企业在超大型压铸机的布局

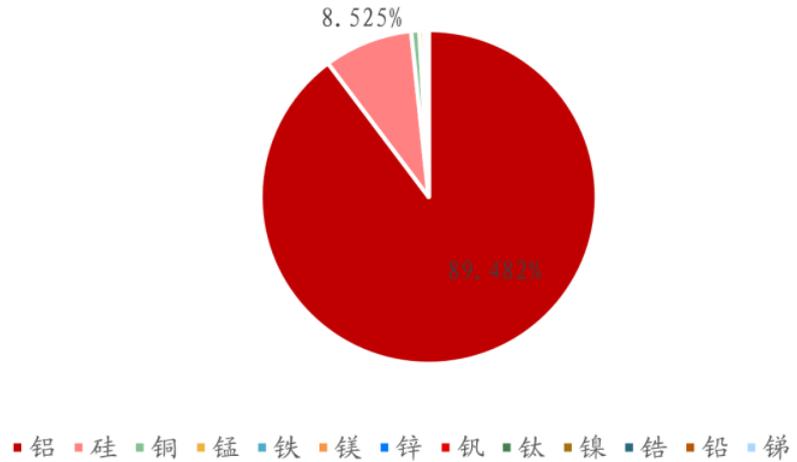
公司	超大型压铸机计划采购数量 (台)	目标产品
文灿股份	6000T*2、9000T*2、 7000T*2、4500T*5、规划 9000T*1	一体化前车身、一体化后底板、一体化电 池托盘、一体化底盘、CD柱一体化
拓普集团	4500T*10、7200T*6	一体化后底板、前机舱、后底板及电池壳 体
广东鸿图	6800T*1、12000T*1、规划 6 台 6000T 以上	一体化前舱总成、一体化后底板总成、 体化电池托盘
爱柯迪	4400T*4、6100T*2、8400T*2	多合一壳体、一体化电池托盘、一体化结 构件
旭升股份	规划 4500T、6600T 和 8800T 若干	一体化压铸铝合金电池盒壳体
瑞立集团	6800T*1、8000T*1、9000T*1	车身、底盘等大型结构件一体化
泉峰汽车	5000T*1、6000T*2、规划 4200T*1、4400T*1、 6000T*1、8000T*1	多合一壳体、一体化电池托盘、一体化结 构件
美利信	6600T*2、8800T*3、未来三 年内增加 10 台左右 6600T 和 8800T	一体化汽车结构件
广东鸿图	6800T*1、12000T*1、规划 6 台 6000T 以上	一体化前舱总成、一体化后底板总成、 体化电池托盘
宁波海威	6600T*1、规划 6 台 6600T+9000T	一体化电池包箱体、一体化前车身、一体 化后底板
华朔科技	6800T*1、8000T*1	一体化汽车结构件
魏桥	暂无	一体化压铸产品
宜安科技	4200T*1、6100T*1	一体化压铸产品
嵘泰股份	9000T*3	超大型一体化压铸结构件
江西森萍	4000T、5000T、6000T、 9000T、12000T 若干	一体化压铸产品
云海金属	4200T*1、6800T*1	一体化压铸产品
天雅江涛	1250T-6000T*10	一体化压铸产品
一汽铸造	9000T	新能源超大型一体化压铸件
辉晗精密	4000T*1、4500T*1、 6600T*1、8800T*1	一体化压铸产品
精工压铸	8000T*1	大型、重型一体化制造件

资料来源: 压铸周刊, 浙商证券研究所

9.3.2 上游免热处理合金梳理: 立中集团成功研发量产, 打破国外垄断

高延伸率和免热处理的压铸合金也是一体压铸的技术关键。根据 SandyMunro 数据, 特斯拉具备高强度、高导电性强的新型铝合金专利, 该新型铝合金材料强度可以调整至 90MPa-150MPa, 导电性可以达到 40%IACS-60%IACS, 适用于电动汽车零部件压铸。

图211: ModelY 底板铸件材料构成



资料来源: SandyMunro, 浙商证券研究所

国内免热处理合金也有积极布局。其中立中集团已成功研发免热处理合金并成功量产,打破国外垄断。在性能方面,在保证材料高强度基础上延伸率较传统压铸材料提升了5倍以上。同时公司采用了独特的低Mo变质技术,Mo含量仅为国际同类变质含量的1/5-1/7,解决了一体化过程中的偏稀性问题,同时较国外同类材料价格可降低15%-20%。

图212: 国内免热处理合金公司梳理

公司名称	免热处理合金业务
立中集团	成功研发免热处理合金并成功量产,打破国外垄断。在性能方面,在保证材料高强度基础上延伸率较传统压铸材料提升了5倍以上。同时公司采用了独特的低Mo变质技术,Mo含量仅为国际同类变质含量的1/5-1/7,解决了一体化过程中的偏稀性问题,同时较国外同类材料价格可降低15%-20%。
上海交大轻合金&永茂泰	全球首发低碳铝合金新材料 TechCastTM,结合稀土元素增强优化,流动性高于同级别材料15%以上,强塑积高30%以上。
帅翼驰	与美铝签订中国独家铝合金新材料专利和专有技术授权许可协议。
广东鸿图	开发高强韧压铸铝合金、高真空压铸及其T7热处理控形的技术,成功生产出这款新能源车侧梁。

资料来源: 公司官网, 压铸天地, 浙商证券研究所

9.4 风险提示

新技术替代过程中的不确定性、下游需求不及预期

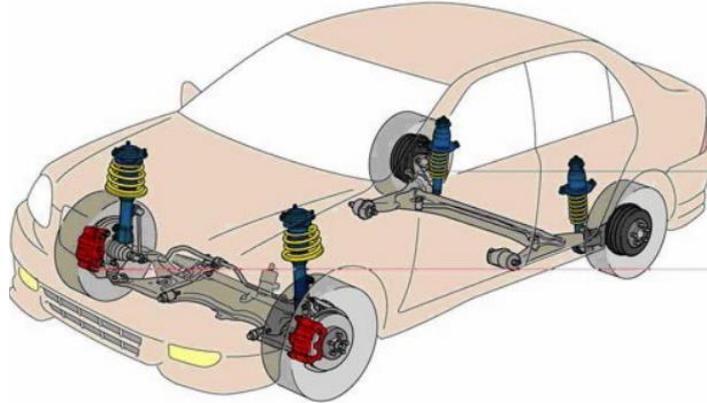
10 空气悬架: 配置门槛下探, 国产化持续加速

10.1 悬架: 重要连接装置, 决定操稳性与平顺性

10.1.1 独立悬架是行业主流, 半主动/主动悬架常见于商用车及高端乘用车

悬架是汽车的车轮和车身之间的传力连接装置的总称，用于传递作用在车轮与车架之间的力和力扭，在提供支撑的同时缓冲由不平路面传给车架或车身的冲击力，并减少由此引起的震动，进而起到承载、衰减震动和导向等核心作用；在车辆操控性、舒适性和安全性等方面具有至关重要的地位，是底盘系统的核心部件，也是汽车最重要的三大总成之一。

图213： 汽车悬架示意图

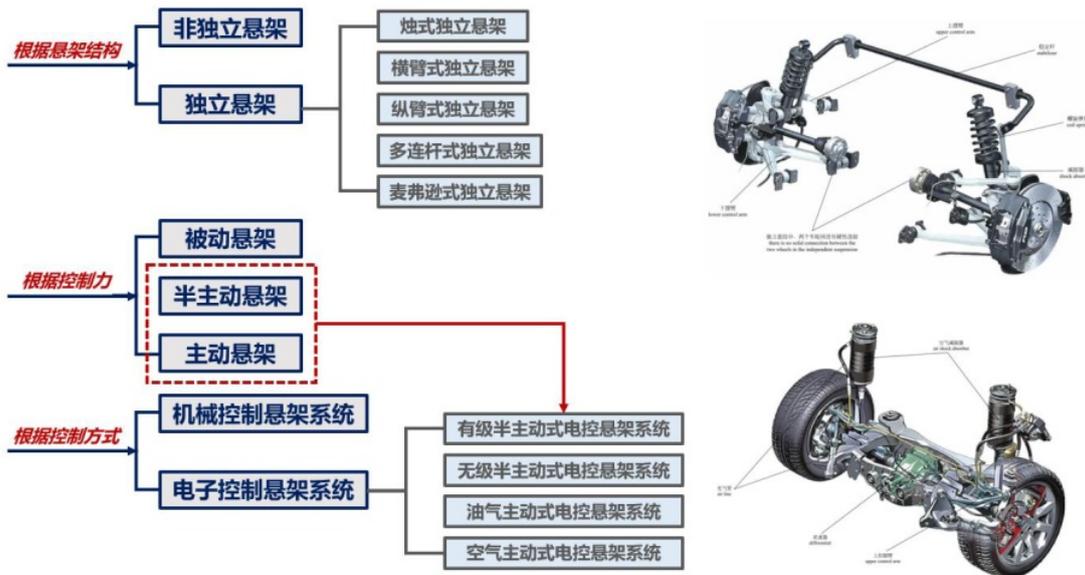


资料来源：搜狐汽车，浙商证券研究所

典型的悬架结构由弹性元件、减振器以及导向机构等组成，个别结构还有缓冲块、横向稳定杆等。由于悬架类型繁多，可以从三个方面对现有悬架产品进行分类：

- (1) 根据结构形式的差异，分为非独立悬架和独立悬架；
- (2) 根据控制力的不同，分为被动悬架、半主动悬架和主动悬架；
- (3) 根据控制方式的区别，分为机械控制悬架系统和电子控制悬架系统。

图214： 根据结构、控制力和控制方式的悬架分类



资料来源：汽车维修技术网，搜狐汽车，百度百科等，浙商证券研究所整理

独立与非独立悬架的区别在于两侧车轮是否独立悬挂于车架之下，当单侧车轮遇到突起路面时，独立悬架可保证两侧车轮的独立运动，从而减少车身的倾斜和震动，从而提高

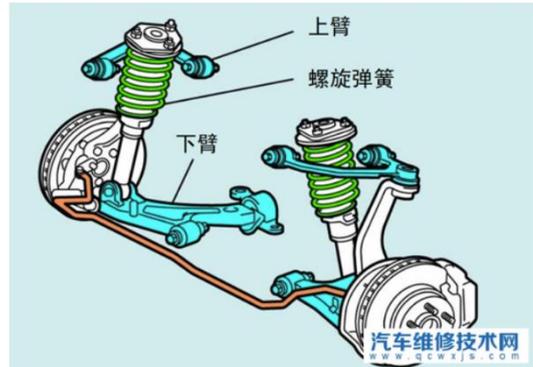
车轮的地面附着力。因此，除了需要严格控制成本的商用车外，绝大部分乘用车都采用独立式悬架系统，以获得更好的驾驶操纵性和乘坐舒适性。

图215: 非独立悬架示意图



资料来源: 百度, 浙商证券研究所

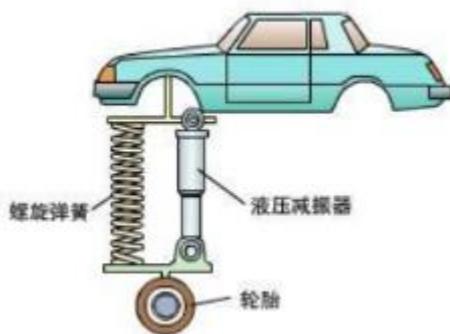
图216: 双横臂式独立悬架示意图



资料来源: 汽车维修技术网, 浙商证券研究所

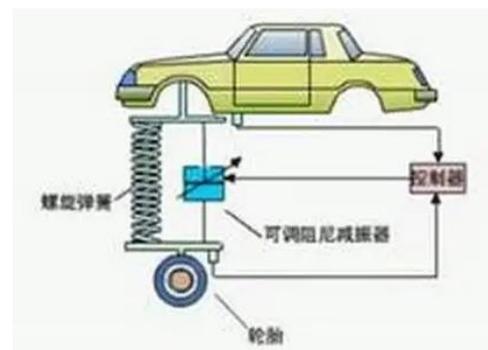
主动与被动悬架的区别在于弹簧的刚度和减振器的阻尼是否可以调节，以及能否根据外界输入来进行主动的最优控制与调整。主动悬架系统中包括加速度、位移、高度传感器等测量元件和反馈控制元件，当汽车载荷、行驶速度、路面状况等行使条件发生变化时，能够根据主动收集的信息自动调整悬架刚度和阻尼力大小，从而提升通过性，同时满足行驶平顺性和操纵稳定性等各方面的要求。但是由于主动悬架系统成本较高且构造精密，对构件要求高且使用过程中功率消耗较大，因此在由被动式向主动式进化的过程中，也衍生出了半主动式悬架，即不需要单独动力源（如油压、空气压），主要采用可变阻尼的减振器来根据系统预设的优化参数指令进行调节，以应对不同路况环境。

图217: 被动悬架示意图



资料来源: 汽车维修技术网, 浙商证券研究所

图218: 半主动悬架示意图



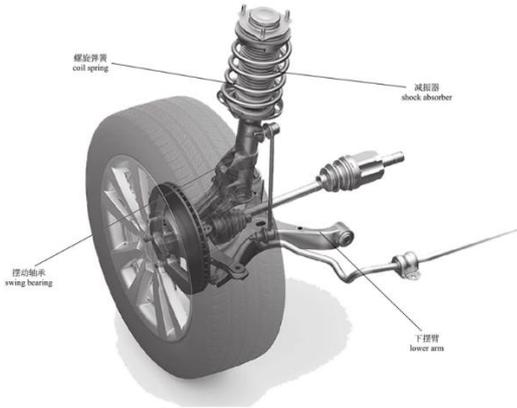
资料来源: 汽车维修技术网, 浙商证券研究所

机械控制与电子控制悬架的区别在于后者能够根据不同的路况、载质量和行驶速度等外部条件，通过电子控制单元（ECU）来控制执行结构，使悬架系统的刚度、减振器阻尼及车身高度等参数随之进行改变，以适应不同工况和行驶状态。通常而言，电控系统往往适配于半主动式及主动式悬架结构，使汽车具有良好的乘坐舒适性、操纵稳定性以及通过性。

10.1.2 传统悬架结构：固定刚度弹簧与固定阻尼减振器的相互搭配

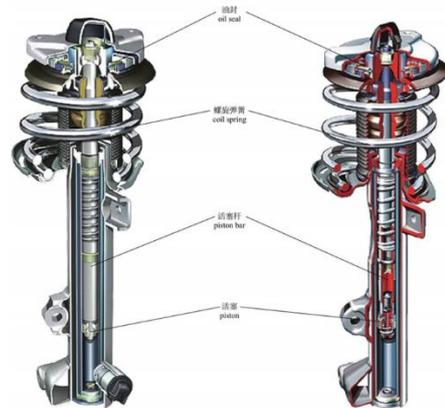
在传统汽车悬架结构中，设有弹性元件（即弹簧，起缓冲作用）、减振元件（即减振器，起减振作用）、导向机构（包括控制臂等，起力的传导作用）和横向稳定器（即横向防倾杆等，用以减少车身侧倾，保持平衡）。

图219：基本汽车悬架结构图



资料来源：知乎，浙商证券研究所

图220：弹簧减振单元结构图



资料来源：知乎，浙商证券研究所

其中，最核心的部件是弹簧及减振器。弹簧有两点作用：一是承受车身重量，高弹簧刚度能够抵消额外的重量负载，避免在弹跳时载荷过重压毁车辆；二是吸收路面作用在车轮上的冲击，以保证更为舒适的驾乘体验。

实际上，弹簧是利用自身形变来吸收地面冲击的，因此在力与能量的不断转换下，弹簧会出现来回震动的现象以求恢复原状，该过程将持续一定时间并给驾乘舒适性带来不利影响。因此，弹性元件往往和减振元件搭配使用，活塞带动下减振器内油液的内外摩擦能够起到阻尼作用，在短时间内将弹簧势能转化为油液热能，再由减振器吸收散发到大气中，以抑制弹簧来回摆动，防止车身因路面不平而出现持续抖动。

决定悬架性能的关键在于弹簧刚度与减振器阻尼之间的搭配：

(a) 弹簧刚度大，减振器阻尼大，悬架系统偏“硬”：有利于车身姿态保持和整车弯道运行的支撑，进而提高整车操控性，但由于对震动处理相对较弱，会牺牲乘坐舒适性。

(b) 弹簧刚度小，减振器阻尼小，悬架系统偏“软”：车辆行驶过程中路面冲击带来的共振越小，整车舒适性就会提高，但是路面反馈的敏感度随之降低，整体操控稳定性会被削弱，太小的刚度会使得车辆姿态难以保证，带来高速过弯侧倾严重等问题。

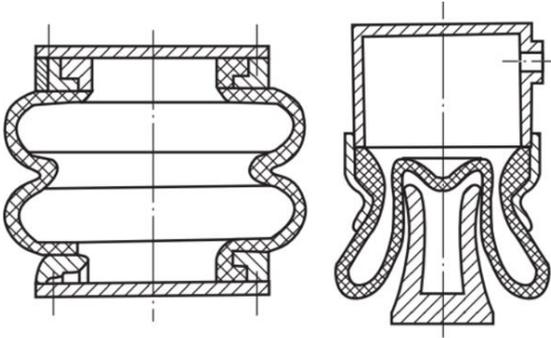
由于弹簧减振单元特性是预先设定且无法改变的，因此传统悬架系统往往面临着操纵稳定性和乘坐舒适性的取舍。为了获得更好的舒适性，就需要缓冲汽车的震动，因此弹簧需要设计更软，但弹簧刚度偏小就易导致汽车发生刹车“点头”、加速“抬头”以及严重侧倾偏向等现象，不利于汽车的操纵稳定性。

10.1.3 空气悬架系统：以空气弹簧取代钢弹簧，实现驾乘体验新升级

空气悬架是指采用空气弹簧并搭配可调阻尼减振器的悬架系统，相对于传统的钢制悬架系统来说，空气悬架的优势在于能够自发调节弹簧刚度与减振器阻尼系数，以满足不同情形下对于车辆操纵性或舒适性的诉求。

空气悬架区别于传统悬架的根本原因在于使用可变刚性的空气弹簧代替了固定刚性的硬质弹簧。空气弹簧是由内外层橡胶、帘线层和钢丝圈，经硫化工艺牢固粘合在一起的橡胶金属复合物，通过控制密封容器中的气体量及压强实现弹簧性能，其结构型式主要包括囊式（多见于商用车）和膜式（多见于乘用车）。目前，在高端乘用车领域，主要采用的是空簧减振器总成。

图221: 囊式、膜式空气弹簧结构示意图



资料来源: 汽车维修技术网, 浙商证券研究所

图222: 乘用车空簧减振器总成



资料来源: 保隆科技, 浙商证券研究所

除了传统悬架结构中所必需的结构外，空悬系统主要是通过气泵来调整空气弹簧中气缸的空气量和压力，进而改变空簧的硬度和弹性系数；而通过控制泵入的空气量可以进一步调节空气弹簧气缸活塞的行程和长度，实现车辆底盘的升高或降低，保障不同路况下的通过率。具体而言，电控空气悬架系统的构成部件及主要作用如下：

气源装置：空压机、干燥器、排气阀、储气罐和悬置；

控制元件：控制电磁阀及其他阀门；

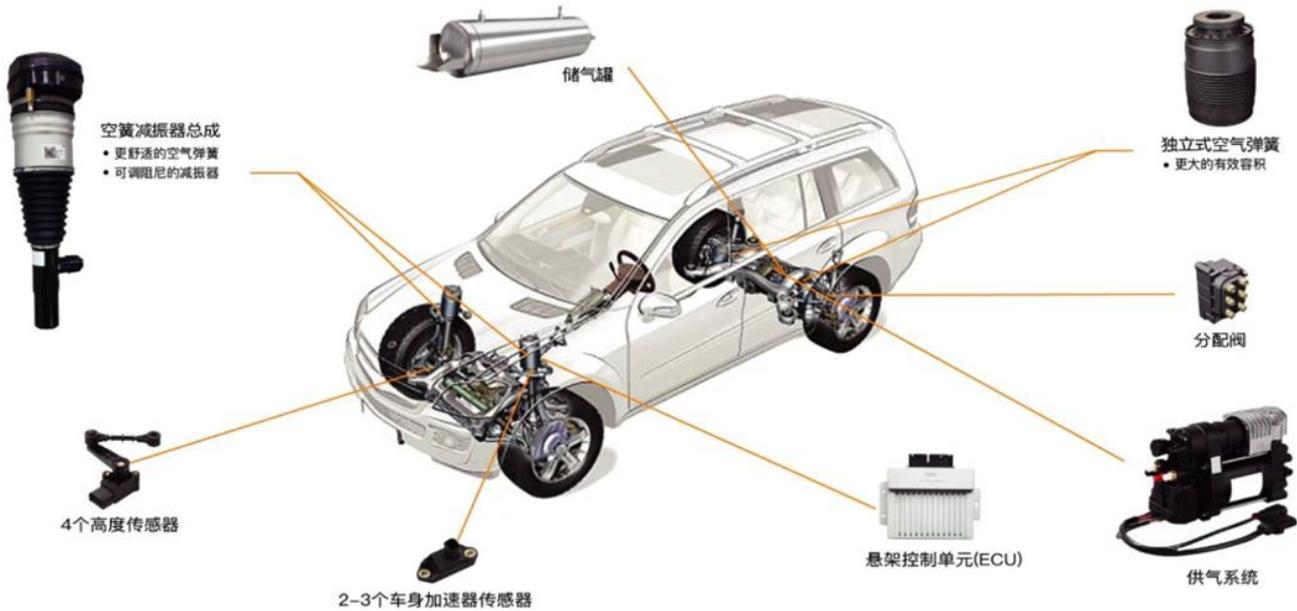
执行元件：空气弹簧和可调阻尼减振器（核心元件）；

传感器：用来检测气源状态的压力和温度传感器、检测车身水平的车高传感器、车身加速度传感器等；

控制单元：ECU 用于接收来自各传感器、CAN 和驾驶员输入信息，综合处理后输出指令以调节空簧气囊的充放气及减振器阻尼系数。

目前，电子控制空气悬架系统（ECAS）电磁阀的响应时间通常在 5ms 左右，电控减振器变阻尼时间小于 10ms，气囊变刚度时间小于 100ms，能够实现悬架性能在不同路况及车身状态下的实时自适应调节。

图223: 空气悬架系统结构示意图



资料来源: 盖世汽车, 浙商证券研究所

10.2 空气悬架: 升级趋势, 自主品牌助力搭载门槛下探

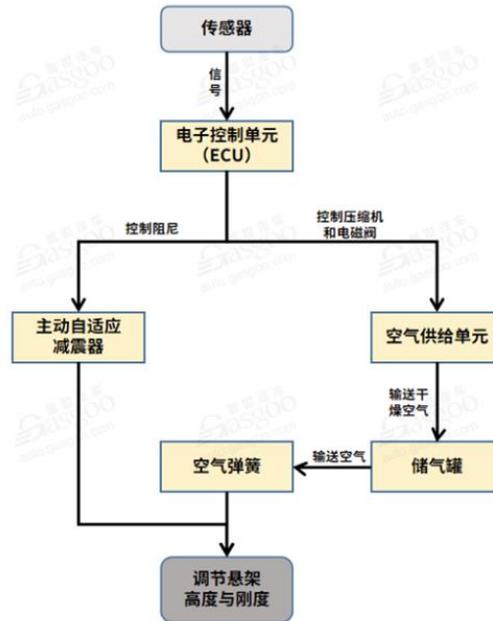
10.2.1 工作原理: 传感器识别→ECU 控制→空簧减振器总成调节

首先, 由主要分布于车身前端的各类传感器实时监测车身的速度、加速度、高度等运动状态, 并识别潜在的路面冲击 (在具备高阶环境识别系统的主动悬架配置下才可实现, 半主动悬架主要根据输入指令进行调整), 通过网路传输至控制单元。其次, ECU 接受各类信号后, 结合车辆载荷、系统预设及驾驶员需求后确认对应工况下最优的底盘状态, 并将指令传输至各执行单元。最后, 根据 ECU 发出的指令, 由气源装置提供空气源, 通过分配阀对空簧气囊进行充放气操作, 进而自适应调节车身高度, 同时配合调节减振器的阻尼系数, 对悬架高度、刚度和阻尼进行实时综合调整, 以保证车辆舒适性、能耗经济性、通过性、便利性和操稳性, 全面提升驾乘品质。

与传统悬架工作原理相一致的是, 空气弹簧与 CDC 减振器之间也是相辅相成的关系, 空气弹簧能够通过簧内气压变化来改变车身的高度以及弹簧刚度, CDC 减振器可以通过阻尼系数的连续变化来调节悬架软硬, 两者共同作用则能够提升驾乘的舒适性和操控性。

在车辆高速行驶时, 气囊气压较大且阻尼增大, 悬架变硬, 以提高车身操纵性; 而长时间低速行驶时, ECU 会识别为正在经过颠簸路面, 通过减小气囊气压并调节阻尼, 使悬架变软来提高减振舒适性。比传统悬架更进一步的是, 空悬系统能够调节底盘离地距离, 在高速行驶时车身高度自动降低, 以提高贴地性能, 确保良好的高速行驶稳定性并降低风阻和油耗, 而在慢速通过颠簸路面时底盘则会自动升高, 以提高通过性能。

图224： 空气悬架系统作用机制



资料来源：盖世汽车，浙商证券研究所

未来发展趋势：功能不断向智能化升级，融入更加集中的中央域控

一方面，以奔驰、宝马为代表的豪华车制造商已开始探索更为高阶的智能主动空气悬架，通过在现有传感器的基础上，增加由摄像头和雷达组合而成的环境感知系统，实现对前方路面状况更加精准及时的识别，通过更强算力的控制器来实现悬架系统的自主智能化调节，例如奔驰的魔毯智能化车体控制系统（Magic Body Control）。

另一方面，电控悬架功能往往与转向系统控制及制动控制系统相结合，共同组成底盘控制的核心要点。在汽车电子电器架构由分布式迈向融合式的趋势下，算力更强劲、功能更集中、软件迭代更容易的中央域控制器将有望取代独立 ECU，对整个底盘功能进行调节。除此之外，ADAS 对于车载环境感知系统的需求也与魔毯悬架的配置部分重合，二者可以复用部分传感器，提供融合感知解决方案。

10.2.2 优劣势分析：高配置及维修成本带来的舒适性、操控性与通过性

空气悬架的弹性特性具有非线性、自适应的特点，可使汽车簧载质量的偏频在负载变化时保持相对稳定，具有质量轻、内摩擦小、隔振消声特性好等优势，搭载空气悬架系统的汽车在运行中能获得良好的平顺性和道路友好性。

1) 悬架软硬可调节，平衡操稳性与平顺性

通过接收来自传感器、CAN 以及驾驶员输入信息，ECU 能够进行综合处理并输出指令，调节空簧气囊的气体量及气压以改变弹簧刚度，同时辅以减振器阻尼系数的调整，利用二者配合来实现悬架硬度的切换，实现不同场景下操稳性与平顺性的平衡。

2) 利用气体压缩性，隔振效果与承载能力更好

空气弹簧内部的气体具有可压缩性，对应的隔振效果就会比传统钢制弹簧更佳，在遇到不平路面冲击时，很多细小震动不易传递到车内，从而可以提升整车的舒适性。对于重型车辆而言，空气弹簧还能够有效控制车轮动载，具有道路友好性。

3) 车身高度能变化，有助于提升通过性与经济性

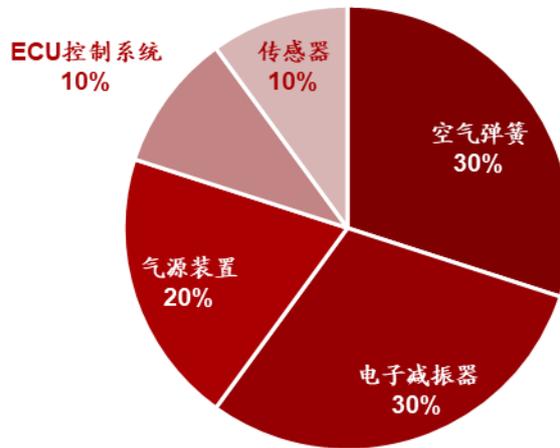
空气弹簧气缸内的充放气过程还能够对弹簧行程和长度进行调整，从而自适应调节车身离地高度。在颠簸路况下，抬高底盘能够防止刮蹭，提高道路通过性；在平顺路况下，调低底盘能够降低风阻，辅以空气弹簧自身的轻量化，降低能耗，使得电动车能够拥有更高的续航里程，提升整体经济性。

空气悬架能够带来驾乘体验的升级，但与之对应的就是更加高昂的配置成本与后续保养维修费用：

一方面，空悬系统与传统悬架相比多出了气源装置、传感器、控制单元、管路等部件，加上空气弹簧本身价值量的提升，目前整套空气悬架总单车价值量在 1.1-1.6 万元左右，是传统钢制悬架的数倍，预计在未来国产化空气悬架整体价格将控制在 8000 元以内。

另一方面，由于空气悬架中各部件的精密复杂程度高，因此在实际运用中损坏的概率更大，对应的维修成本更高。例如空气弹簧所用的橡胶由于长时间暴露在空气中，耐磨损和抗老化能力相对较弱，若弹性元件损坏整个系统就会失效，因此乘用车空气弹簧的维保相对钢制弹簧而言更短。

图225：空气悬架系统成本拆分



资料来源：浙商证券研究所测算

10.2.3 搭载车型演化：新能源车&国产替代推动搭载门槛下探

从上世纪 50 年代开始，空气悬架进入实质性应用，目前在欧洲、北美和亚洲发达国家，高速客车、豪华大巴上空气悬架已成为标准配置，重型载货车的空气悬架装载率已达 80% 以上，而部分小型高级轿车和运动型多用途车上也都提供可选配的 ECAS 系统。

由于空气悬架能够显著提升驾乘体验，因此在追求多场景运用和乘坐舒适性的趋势下，空气悬架逐步向乘用车进行推广普及；但由于空悬系统的原装、维修成本较高，且关键技术由外资垄断，因此早期仅主要在保时捷、BBA、沃尔沃等进口豪华车上进行配置，对应单车售价往往不低于 70 万元。

我国的空气悬架产业发展迟于欧美发达国家，目前已掌握从零部件到系统的集成配套能力，但部分核心零部件仍主要依靠外采，本土企业也在不断尝试实现核心部件国产替代。虽然从产品的实际应用效果来看，国产空气悬架在稳定性、疲劳耐久性方面不及进口空气悬架，但随着核心技术壁垒的逐步攻破，国产化替代所带来的显著降本优势，以及主机厂全栈自研或与供应商的合作研发将有利于空气悬架在乘用车领域的进一步渗透。

目前，围绕续航里程、智能化体验、驾乘舒适性等多角度展开的新能源车市场竞争已愈发激烈，以造车新势力为代表的自主品牌车企为抢占高端市场份额，在强调为消费者提供更优质驾乘体验的前提下，主推高性价比优势。空气悬架则是各自主品牌在竞争蓝海中的主要抓手之一：蔚来、理想、岚图、极氪、红旗等品牌的新一代车型都可选配或是标配空气悬架系统，装配的价格底线已下探至 30 万以下。

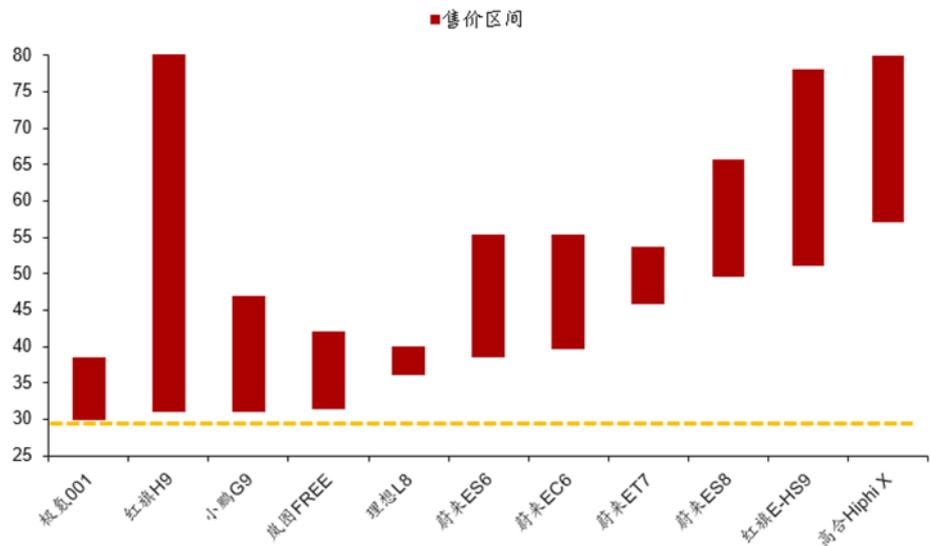
据盖世汽车，随着国内自主车型的高端品牌不断推出，叠加供应链国产化降本的优势，搭配空悬系统车型的价格带将有望进一步下沉至 25 万元，而 25 万以上车型的渗透率也将不断提升。

表41：部分搭载空气悬架的代表车型起售价对比

品牌	车型	起售价/万元	品牌	车型	起售价/万元
保时捷	卡宴	92.3	东风	岚图 FREE*	33.36
奥迪	奥迪 Q7*	70.68	蔚来	蔚来 EC6*	43.6
	奥迪 A8	82.98		蔚来 ES6*	42.6
宝马	宝马 7 系	82.8		蔚来 ET7	45.8
	宝马 5 系新能源	49.99		蔚来 ES8	49.6
奔驰	奔驰 S 级	94.68	极氪	极氪 001*	38.6
	奔驰 V 级	47.88	红旗	E-HS9*	63.98
	奔驰 EQS	107.46	H9*	45.98	
路虎	路虎揽胜	142.8	高合	高合 Hiphix	57
上汽大众	辉昂*	41	理想	理想 L9	45.98
沃尔沃	XC90*	78.19	理想	理想 L8	35.98
特斯拉	Model S/X	89	小鹏	小鹏 G9*	39.99

资料来源：汽车之家，浙商证券研究所整理（注：*表示可选配空气悬架，对应起售价为装配空气悬架的最低价）

图226：可选配空气悬架的自主品牌新能源车型对应价格区间（万元）



资料来源：汽车之家，浙商证券研究所整理

10.3 未来前景：国产替代加速，新能源车点燃潜在需求

10.3.1 空气悬架行业竞争格局：海外技术壁垒高，本土化生产逐步提速

空气悬架产业链上游主要为零部件供应商，包括弹性减震元件、气源部件、导向部件、控制部件、传感部件等，整体由国际企业占据主要市场份额，尤其是存在高技术壁垒的零部件往往依赖进口，如大陆与威巴克具备从 ECU 到空气弹簧及减振器等多部件的供应能力，能够提供感知、控制、执行的完整产品方案。

在零部件国产化替代方面，乘用车空气弹簧达到自研并量产的国内企业仅有保隆科技和孔辉科技；空气供给主要企业为大陆集团、威伯科和中鼎股份（已收购空压机龙头 AMK）；减振器主要被采埃孚、京西重工（收购德尔福底盘和悬架业务）等国际知名企业占据份额；ECU 则基本被博世等国际企业垄断，孔辉科技、保隆科技现已成功实现该部件自主研发，并在软件方案设计上有一定突破。除此之外，天润工业在商用车空悬领域有所涉足，而拓普集团的空悬业务也正处在产品开发和产能建设阶段，预计未来将会进一步推动空悬系统本土化。

图227：乘用车空气悬架产业链构成及竞争格局



资料来源：各公司官网，浙商证券研究所整理

值得注意的是，在空悬技术不断推广、单车成本不断下移的背景下，部分国内新能源车企业开始尝试以全栈自研或是直接与本土供应商合作的方式进驻空气悬架行业，直接向上游厂商分采零部件并由主机厂自主集成，以绕过海外巨头的高昂集成壁垒。此举不仅能帮助下游主机厂掌握在方案设计及后续调教方面的主动权，还能够带动本土供应商入局，在新能源车销量持续高景气的推动下，未来国内上游零部件企业有望迎来高速成长期。

以理想 L9 搭载的自适应空气悬架系统为例：硬件方面，选用旗舰级车型常见的前双叉臂+后五连杆控制臂组合，前悬采用铝合金材质，后悬在兼顾结构稳定性的前提下，通过钢结构优化设计实现了与铝结构相当的轻量化水平；空气弹簧、CDC 连续可调阻尼减振器等核心零部件采用“多点供应”模式，以确保部件性能表现的一致性。软件方面，理想则重点针对空气弹簧控制系统、CDC 减振器控制算法、中央域控制器开展全栈自研，从软件端掌握自主方案设计及后续 OTA 升级的主动权。

图228: 理想 L9 宣传照



资料来源: 理想汽车, 浙商证券研究所

图229: 理想 L9 全自研空气悬架示意图



资料来源: 理想汽车, 浙商证券研究所

以硬件为基础, 自研的控制算法保证了悬架在不同载荷下的稳定压缩行程, 能够实时动态调节底盘高低和阻尼系数, 并开发出例如“便捷上下车模式”等便利功能, 从而真实提升大部分场景的驾乘感受。

图230: 理想 L9 的智能空气弹簧在不同场景下自动调整高度逻辑

功能	悬架调整策略	使用场景
底盘抬升	升高 40毫米	爬坡、涉水、烂路, 底盘升高40毫米, 增加通过性。
底盘下降	降低 20毫米	运动模式, 底盘降低20毫米, 降低整车风阻系数, 并且使行驶更稳定。 车速高于120km/h, 悬架立刻下降20毫米。 车速高于110km/h, 且保持30秒以上, 悬架下降20毫米。 车速低于70km/h, 悬架立刻调整为标准姿态(176毫米)。 车速低于90km/h, 且保持30秒以上, 悬架调整为标准姿态(176毫米)。
便捷上下车模式	降低 40毫米	便捷上下车模式打开时, 底盘降低40毫米, 方便乘客上下车。
装载模式	降低 50毫米(后轴)	便捷装载模式打开, 后轴降低50毫米, 往后备厢里搬运物品更便捷。
悬架自动调平	负荷调节	当车辆载荷及载荷分布(即乘客数量和位置)变化引起车身高度的变化时, 理想L9会实时监测每个悬架的高度传感器数值, 并触发悬架自动调节功能, 保证车辆姿态始终处于良好的状态。

资料来源: 理想汽车, 浙商证券研究所

10.3.2 空悬系统国产化前沿: 本土厂商已具备核心部件及方案提供能力

保隆科技: 立足自研空簧总成, 有望扩展全产业链布局

保隆科技是国内较早进入空气悬架领域的零部件商, 基于自主研发探索空悬核心部件及系统集成的国产化替代道路, 是国内市场主要的内资空气弹簧 OEM 供应商之一。早在 2012 年, 公司就开始研发商用车空气弹簧, 于安徽宁国建有对应产线, 并为采埃孚、长春富维安道拓、北京光华荣昌、上海科曼等客户提供商用车空气弹簧产品。2016 年, 针对研发电控空气减振器, 并于 2018 年进一步扩展研发乘用车电控主动悬架系统。

2020 年, 公司的前空簧减振总成和后空气弹簧产品获得蔚来 ET7 车型独家定点, 并由此开启公司在空气悬架系统国产化替代领域的坚实一步。根据公司官网披露, 目前空气弹簧减振器总成已获得 6 个车企的 11 个平台车型量产项目定点, 储气罐获得 9 个车厂的 19 个平台车型项目定点, 空气悬架控制器获得 2 家车企定点; 根据 2022 年 10 月 23 日最新公

告，公司首次获得空气供给单元的项目定点，至此公司在空气悬架系统感知、决策、执行三部分的主要总成零件上均获得了主流主机客户的量产项目定点。

在产品矩阵方面，公司现有空气悬架系统产品包括商用车空气弹簧、乘用车空气弹簧、电控减振器、储气罐、传感器和 ECU 控制器等，形成了从感知、控制、执行的完整产品方案，在传统车型和新能源车型上均适用。在产能方面，2021 年 12 月公司投资 10 亿元的合肥园区正式启用，打造了集自动化、信息化、柔性化于一体的空气弹簧产线，具备年产 10 万台车空气弹簧的能力；未来，公司规划再建 6 条产线，2025 年实现年产超过 50 万台整车配套。2022 年 6 月，公司宁国园区的全自动产线成功量产空悬铝质储气罐，年产能达 20 万只，进一步巩固公司在国内空气悬架行业的领先地位。

图231： 保隆科技现有量产空悬产品布局



资料来源：保隆科技，浙商证券研究所

中鼎股份：空气供给元件龙头，定点订单加速放量中

中鼎股份于 2016 年并购空气压缩机龙头 AMK，从而进入空悬系统中技术壁垒较高的空气供给单元及电机电控系统领域。AMK 公司是全球汽车空气悬挂系统总成产品的高端供应商，自九十年代进入空悬系统业务领域以来，为捷豹路虎、沃尔沃、奥迪、奔驰、宝马等世界顶级主机生产商配套，是行业前三的领先者。AMK 中国子公司安徽安美科主要负责推进新能源车空气悬挂系统总成产品国产化，2021 年空悬系统空气供给单元本地组装线已完成，并逐步为岚图、蔚来等国内造车新势力和传统自主品牌主机厂供货，同时积极布局空气弹簧产线。

目前，AMK 中国空气供给单元产品组装及生产线已相继落地，公司正继续推动空气弹簧、储气罐等其他硬件自产项目的落地。截至目前，AMK 中国已获订单总产值 68.94 亿

元，以新能源汽车项目定点为代表的订单还有望持续增长。未来几年，公司还将不断增加其他空悬硬件的自产比例，加速推进完善中国乘用车市场空气悬架系统性能和成本最优化的供应链体系，推进空悬系统国产化进程，同时兼顾核心技术的迭代升级，进一步实现核心客户全覆盖，提升公司在空气悬挂系统产品市场的话语权。

表42: 中鼎股份空悬产品获项目定点书汇总

日期	客户	供应产品	生命周期总金额
2020.08.14	蔚来		1.31 亿元
2020.09.08	东风	空气悬架系统核心部件小总成产品	1.27 亿元
2021.02.02	东风		2.02 亿元
2021.06.26	国内某头部品牌主机厂	空气悬挂系统的空气供给单元总成产品	2.6 亿元
2021.07.09	国内某头部品牌主机厂	空气悬挂系统的储气罐部件产品	5800 万元
2021.08.13	国内某头部品牌主机厂		2.95 亿元
2021.08.27	国内某轻型商用车头部企业		3600 万元
2021.10.16	国内某头部新能源品牌主机厂		1.7 亿元
2021.12.24	国内某头部新能源品牌主机厂		4.7 亿元
2022.02.09	国内某头部新能源品牌主机厂		1 亿元
2022.02.25	国内某自主品牌头部企业	空气悬挂系统的空气供给单元总成产品	3.4 亿元
2022.03.04	国内某头部自主品牌主机厂		2.44 亿元
2022.03.08	国内某头部自主品牌主机厂		5200 万元
2022.06.08	国内某自主品牌头部主机厂		4.9 亿元
2022.06.10	国内某头部新能源品牌主机厂		17.18 亿元
2022.07.15	国内某头部新能源品牌主机厂		7.67 亿元
2022.10.11	国内某头部新能源品牌主机厂		1.34 亿元
2022.10.25	国内某头部自主品牌主机厂	空气悬挂系统供给单元总成产品	13 亿元

资料来源：公司公告，浙商证券研究所整理

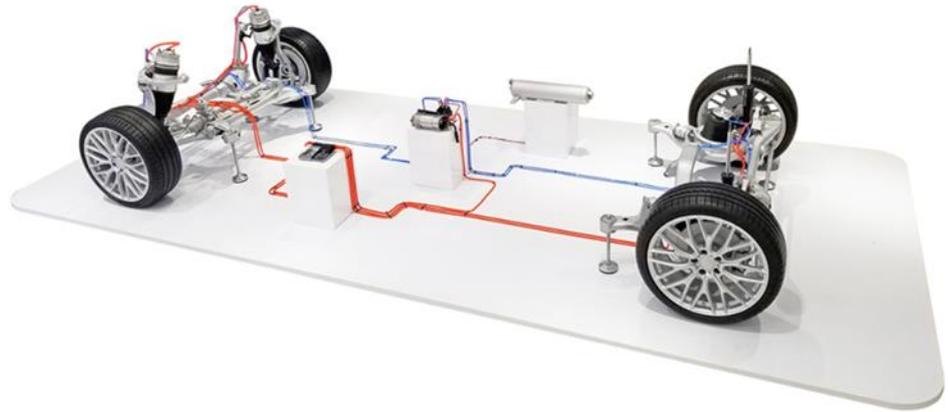
孔辉科技：空气悬架整体方案前驱，与头部车企合作紧密

孔辉科技是国内首家实现乘用车空气悬架系统量产供货的企业，也是目前国内唯一同时具备乘用车电控悬架系统全流程开发能力与系统供货能力的企业。公司可为主机顾客提供汽车电控悬架控制器软硬件、空气弹簧总成及气泵总成、系统级解决方案等产品。

2021 年 6 月，孔辉科技成功实现为岚图 FREE 开发空气悬架系统，至 2021 年底累计交付近 1 万台，实现了本土供应商在空气悬架系统领域对于海外壁垒的突破；同时，岚图也是国内率先将配置空气悬架系统的车型定价下探至 30 万元区间的高端汽车品牌。目前，孔辉科技已获得包括岚图汽车在内的六个主流车企的多个车型的空气悬架系统或空气弹簧的定点资格，预计 2022 年交付 7 万台车，2023 年交付超过 40 万台车系统或空簧。

目前，孔辉科技已具备乘用车电控悬架系统匹配开发、试验验证、调校标定、生产供货等全流程的完整能力，公司自有空气弹簧装配生产线一期规划年产能达 15 万套。

图232: 孔辉科技电控悬架系统解决方案



资料来源: 孔辉科技, 浙商证券研究所

10.3.3 驱动因素及市场空间测算: 成本下行+消费升级推动行业快速扩张

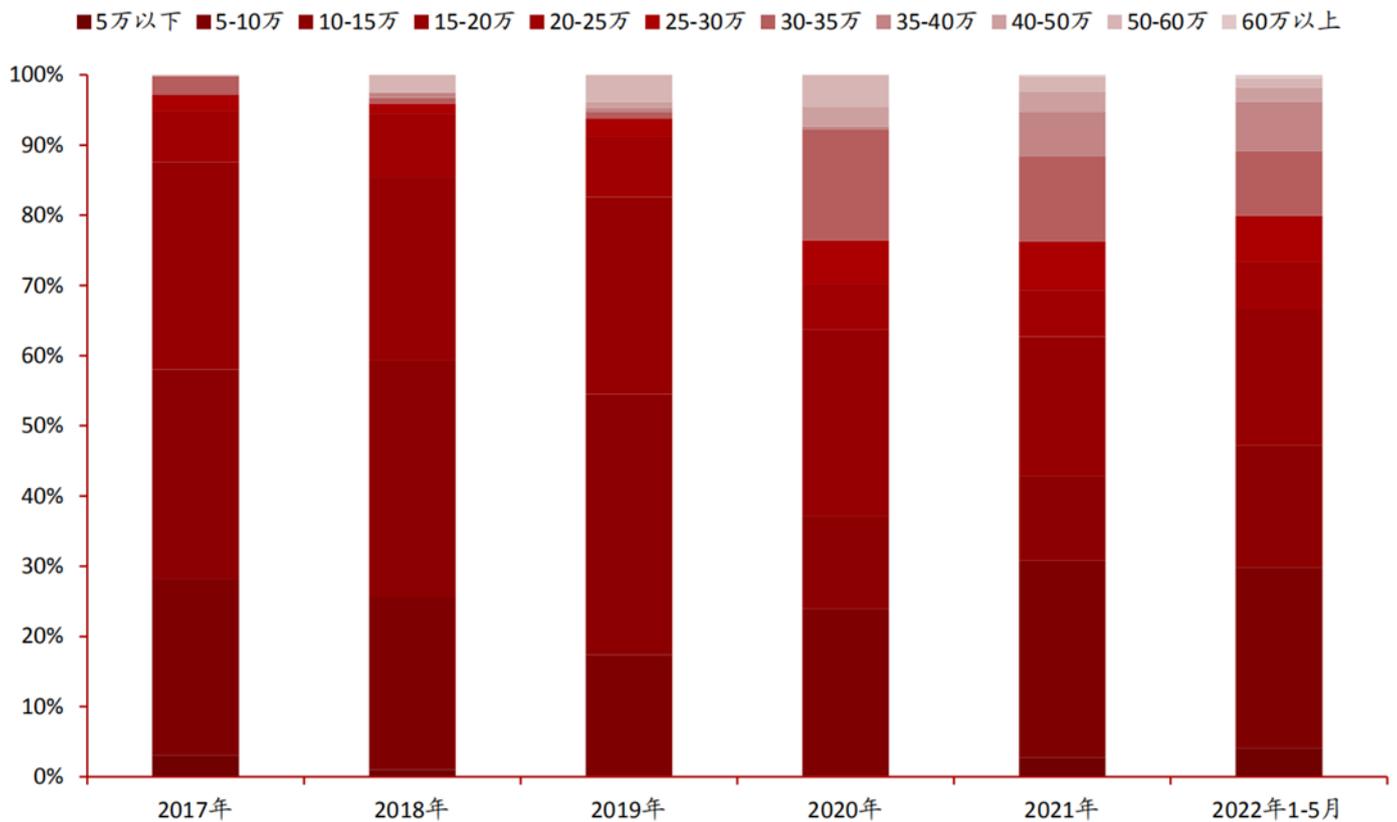
需求端的消费升级和性能锦标赛+供给端的软硬解耦和国产化替代是驱动空气悬架系统推广普及的根本因素。从需求角度而言,乘用车普及后消费升级的要求是推动终端不断优化配置,改善驾乘体验的出发点;尤其是在电动车逐步渗透市场的当下,新能源车企对于传统燃油市场的侵占以及新能源市场本身激烈的竞争都是促使主机厂不断提升其底盘性能的诱因。根据佐思汽研测算,2022年1-4月国内乘用车市场空气悬挂渗透率不及1%,未来还有较大下渗空间。

从供给角度而言,空气悬架系统单车价值量已出现明显下调,核心部件已成功破除海外垄断壁垒实现国产化,助力空悬搭载范围持续扩大。尤其是以理想为代表的新势力车企正在探索“硬件外采、软件自研”的空悬系统配置新思路,出于智能化集成底盘功能、掌握方案设计及迭代主动权、下压集成方案成本等目的,未来主机厂将更多地参与到空悬系统的软件研发设计中来,此举将有利于本土零部件供应商发挥其在硬件量产上的优势,进一步加速国产化替代的步伐。

空气悬架在新能源车中更具应用前景。由于动力电池等部件带来的总备质量提升,以及集成化为趋势的底盘系统精细化,使得新能源车对于底盘系统稳定性的要求远高于纯燃油车,空气弹簧对于载荷的包容性、可变刚度所带来的舒适性、以及对于底盘的保护作用使得空悬系统逐步成为新能源汽车平台的主流配置。尤其是在国产化降本推动下,空悬技术的进一步升级以及普及将有利于提升车主对空悬产品驾乘体验的认可度和满意度,未来空气悬架系统在中高端新能源车中的渗透率有望不断增高。

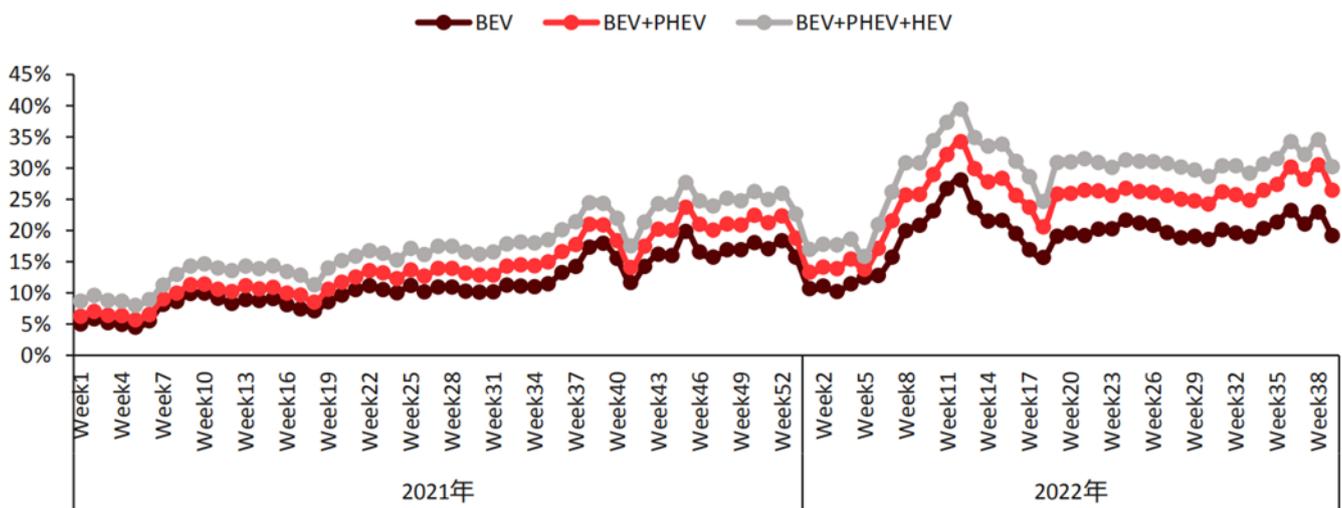
基于乘联会的新能源细分车型销量数据,10万以下的车型占比稳定但内部分化明显,基础代步需求将支撑此价格段车型潜在的销量;10万-20万区间内的车型目前正面临竞争红海,略微宽松的预算将有助于更多功能的实现,但略显紧张的上限又将从成本方面抑制高配置的搭载,激烈竞争下该价格段销量占比已趋于饱和;未来有望实现销售增量的领域在于30万及以上的中高端车型,因为该价格段目前的竞争玩家主要是传统豪华燃油车企,而更高的单车价格将有利于新能源车企从电动化、智能化的角度对整车性能进行提升,进而有机会抢占传统能源车的市场份额,并通过价量齐增来获得盈利。

图233: 2017年-2022年1-5月我国新能源车销量价格分布带构成



资料来源: 乘联会, 浙商证券研究所整理

图234: 2021年至今我国周度新能源乘用车渗透率

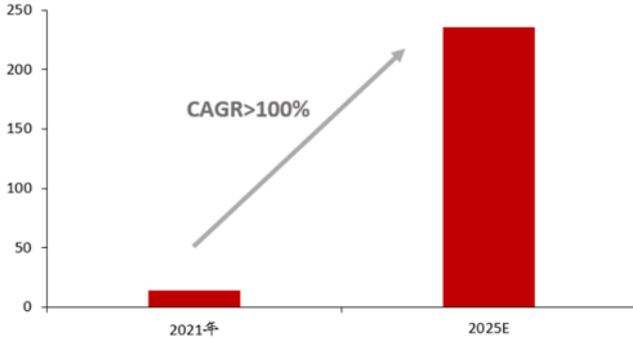


资料来源: 交强险, 浙商证券研究所整理

我们认为, 在新能源车销量持续高景气的前提下, 随着国产化替代方案的落地以及消费者驾乘体验升级的新增需求, 空气悬架在终端的渗透率将逐步提升, 配置价位将有望下探至 25 万元, 预期 2025 年国内新能源乘用车对应的空气悬架对应的市场空间将达到 235 亿元, 年化增长率将突破 100%。

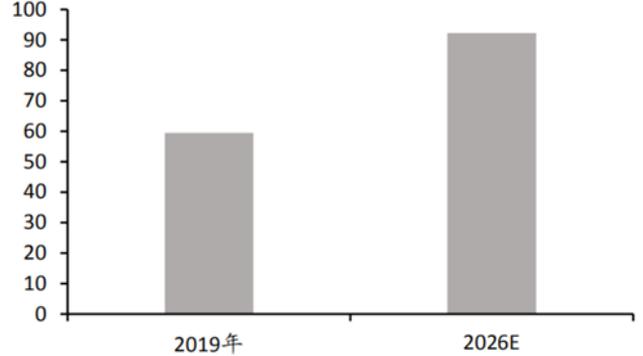
据 Allied Market Research 和华经产业研究院，在考虑了传统能源和商用车领域，以及空气悬架基础较好的发达地区后，全球空气悬架市场规模在 2019 年时就已接近 60 亿美元，并有望在 2026 年达到 92.2 亿美元，CAGR 约 6.5%。

图235: 2025E 我国新能源车所对应空悬市场规模 (亿元)



资料来源: 浙商证券研究所测算

图236: 2026E 全球空悬市场规模 (亿美元)



资料来源: Allied Market Research, 华经产业研究院, 浙商证券研究所

10.4 风险提示

全球新能源渗透率不及预期; 空气悬架系统国产化替代进程不及预期; 空悬系统装配率不及预期。

11 热管理: 新能源汽车热管理行业量价齐升, 国内企业迎来新机遇

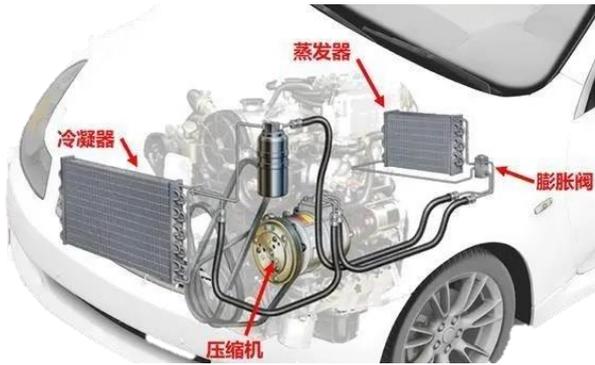
11.1 新能源汽车热管理行业量价齐升

汽车热管理行业随着电动化进程, 单车价值量逐步提高。国内外新能源汽车市场潜力巨大, 汽车热管理产品的市场需求也将随之大幅提升, 该行业将充分享受电动化进程中的红利。

11.1.1 新能源汽车新增电池、电机电控热管理系统, 单车价值随之提升

新能源汽车热管理系统主要分为三大部分: 座舱热管理、电池热管理、电机电控热管理。相比于燃油车, 新能源汽车的热管理系统主要新增了电池、电机电控的热管理, 这两大部分的热管理通常与汽车座舱热管理系统进行热量交互, 从而又增加了汽车空调系统的复杂程度。且在燃油车上, 座舱暖风通常采用发动机冷却液的热量来制热, 而在新能源汽车中, 便需要新增部件进行座舱的制热, 如新增 PTC 加热器或者热泵。在新能源汽车中, 热管理系统直接关系着电池和电机电控系统的工作温度, 其自身效率以及控制效果将显著影响着最终的续航里程以及整车的安全。因此热管理系统在新能源汽车中更加重要。以上诸多因素共同抬升了热管理系统在新能源汽车中的价值占比。

图237: 传统燃油车热管理系统单车价值量 2000 元左右



资料来源: 知乎-汽车实用知识专栏、浙商证券研究所

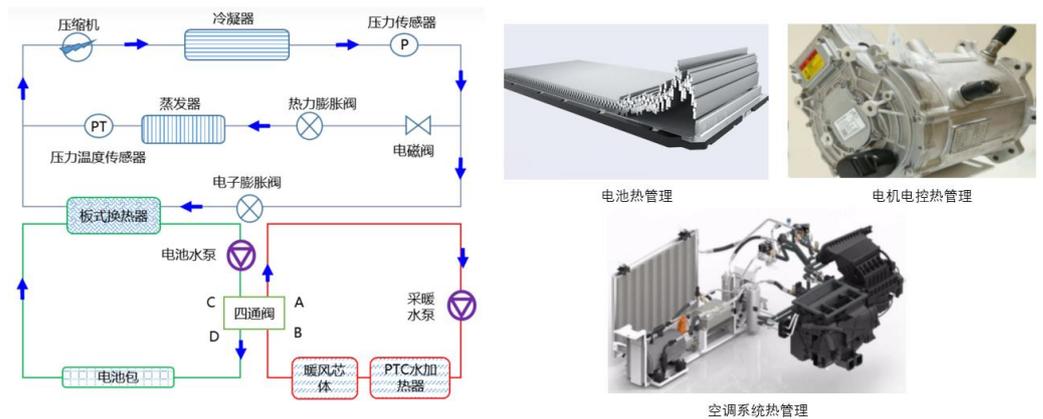
图238: 新能源汽车热管理单车价值量明显提升



资料来源: 上海国际新能源汽车电池安全技术展览会、浙商证券研究所

燃油车热管理系统主要包括空调制冷系统, 和以发动机为热源的座舱暖风系统。其主要零部件包括机械式空调压缩机、膨胀阀、蒸发器、冷凝器、以及发动机暖风系统等。而新能源汽车包括座舱、电池、电机电控热管理。座舱热管理系统包括空调冷风、热泵暖风或 PTC 暖风, 具有加热和制冷需求, 主要零部件包括电动压缩机、电子膨胀阀、蒸发器、冷凝器、热交换器、PTC 或者热泵冷凝器等。电池热管理系统实现的功能主要包括加热和冷却, 主要零部件包括电池冷却板、电子水泵、三通阀等。而电机热管理系统仅有冷却需求, 主要包括油冷回路, 电子水泵, 低温散热器, 电子风扇等元器件。根据表 1 测算, 在整个新能源汽车热管理系统中, 空调回路价值量基本可以占到整个热管理系统价值量的 50%-60%, 电机电控热管理回路和电池热管理回路价值量占比均在 10-20%。

图239: 热管理系统中的空调回路、电池热管理回路、电机电控冷却回路



资料来源: 知乎-弗迪科技、控安汽研、浙商证券研究所

新能源汽车相比燃油车 ASP 提升 3 倍, 达到 6275 元左右。经过测算, 从表 43 中可以看出, 传统燃油车单车价值量在 2155 元左右, 而新能源汽车热管理系统整体单车价值量为 6275 元左右, 若采用热泵空调, 整体单车价值量可以提升到 7025 元左右。整个热管理系统中, 除了单个电动空调压缩机价值量较大, 其他各个零部件价值量较为分散, 通常价值量在百元左右。另外可以看出, 相比传统燃油车, 新能源汽车价值量提升主要表现以下几个方面: 机械式压缩机升级为电动压缩机, 并新增了电池 Chiller, 热力膨胀阀升级为电子

膨胀阀，新增 PTC 加热器，以及新增的电池和电机电控液冷回路等。另外，热泵系统相比于非热泵系统，价值量提升主要体现在电动压缩机成本的增加、PTC 零件减少、以及新增热泵冷凝器、电子膨胀阀等零部件。

表43: 热管理系统各零部件单车价值拆分(单位: 元)

零件种类	燃油车	PTC 新能源车	热泵新能源车
空调压缩机	500	1200	1800
冷凝器	100-150	100-150	100-150
冷凝器(热泵)	/	/	200
蒸发器	150	150	150
电池冷却 Chiller	/	150	150
膨胀阀	30(热力膨胀阀)	300	450
电磁阀(冷媒)	/	200	300
A-PTC 加热器	/	500	/
气液分离器	100	100	100
冷媒管道	250	500	700
鼓风机	100-200	150	150
三通阀(水媒)	125	150	200
膨胀水壶	50	50	50
水泵	50-100(机械水泵)	150(电子水泵)	150(电子水泵)
电子风扇	100-200	100-200	100-200
低温散热器	100-200	400	500
管道	200	300-500	500
油冷器	/	100	100
电池冷却板	/	600	600
W-PTC 加热器	/	400	/
电子水泵	/	150	200
四通阀(水媒)	/	150	200
传感器	/	200	250
总计	~2155	~6275	~7025

资料来源: 三花智控公告、奥特佳公司公告、银轮股份公司公告、控安汽研、Marklines、浙商证券研究所整理

R134a 为目前汽车热管理系统中使用的主要冷媒。汽车空调中第一种大规模使用的制冷剂是 R12，全称为二氯二氟甲烷，无色无臭，无毒，不可燃，循环性能也十分优秀，几乎是一种完美的制冷剂。但由于其对大气臭氧层的较大破坏作用而被逐渐停用。杜邦公司逐步开发了 R134a 作为 R12 的替代品，全称为四氟乙烷，其对臭氧层没有破坏作用(臭氧消耗潜值 ODP 为 0)，安全性能良好，稳定性好，制冷量和效率与 R12 非常相近，因此被视为 R12 的理想替代物。欧盟、美国、日本等发达国家在 1995 年底基本完成了 R12 的替代工作，而我国在 2002 年 1 月以后生产的汽车空调系统也使用 R134a 替代 R12。但其最大的缺点是其全球变暖潜值 GWP 高达 1430，而被逐渐列为限制生产使用的制冷剂。因此，R134a 也同样被认为只是一种过渡型制冷剂。而特斯拉采用 R1234yf(四氟丙烯)的 GWP 仅为 4，ODP 为 0，环境性能优越，与 R134a 有着相似的热物理性质，可以直接充灌进现有的 R134a 汽车空调管路，但其最大的缺点是具有一定的可燃性。

CO₂ 冷媒将成为汽车热管理系统的终极目标。R744 (CO₂) 作为一种天然介质, ODP 为 0, GWP 为 1, 环境性能优异, 对环境没有危害, 无毒且不可燃, 价格相对比较便宜, 且在低温时具有更加优异的制热效果。众多优点, 使 CO₂ 很早便作为一种制冷剂, 在船舶制冷行业中得到大规模应用。但由于 R744 较低的临界温度和较高的临界压力, 需要整个制冷系统可以承受更高的工作压力, 是 R134a 制冷系统工作压力的 10 倍。在此基础上, 需要匹配新的空调压缩机、电子膨胀阀、制冷管路等。目前, 在欧洲 CO₂ 热管理系统发展速度较快, 在国内处于初步发展阶段。

表44: CO₂ 冷媒系统将成为汽车热管理的终极目标

制冷剂	R134a	R1234yf	R744 (CO ₂)
分子式	CF ₃ CH ₂ F	CF ₃ CF=CH ₂	CO ₂
相对分子量	102	114	44
沸点/°C	-26.1	-29.4	-78
临界温度/°C	101.1	94.85	31
临界压力/MPa	4.059	3.382	7.382
最高工作压力/MPa	0.8-1.0	0.9-1.1	8-11
臭氧消耗潜值 ODP	0	0	0
全球变暖潜值 GWP	1430	4	1
大气寿命	14 年	10-12 天	百年
安全等级	不可燃	弱可燃	不可燃

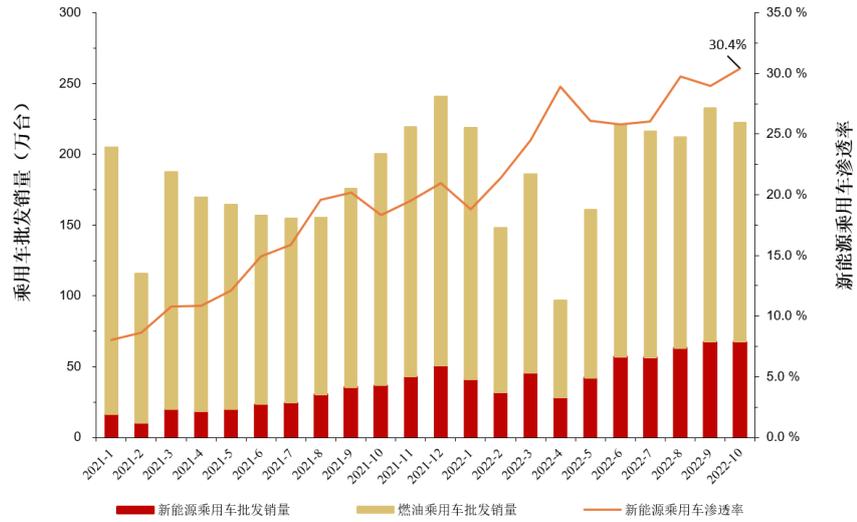
资料来源: 立鼎产业研究网、浙商证券研究所

目前, R134a 由于其 GWP 过高, 已经在《京都协定书》中成为被限制使用的制冷剂。2006 年, 欧盟更是通过了温室气体排放法案, 规定在 2011 年后新开发平台的汽车空调系统中, 不得使用 GWP 值高于 150 的制冷剂; 在 2017 年起, 所有销售的汽车空调中不得使用 GWP 值高于 150 的制冷剂。因而, 从多种角度上来看, 未来使用 CO₂ 冷媒作为汽车冷媒的趋势比较明显。

11.1.2 2025 年国内新能源汽车热管理行业市场空间有望达到 757 亿

2022 全年新能源汽车渗透率接近 30%。新能源乘用车 2022 年 10 月份批发销量达到 67.6 万辆, 同比增加 83.9%, 环比基本持平。乘用车总批发销量为 222.3 万辆, 新能源汽车渗透率达到 30.4%。随着新能源汽车渗透率的提高, 将给汽车热管理行业带来新的增量。

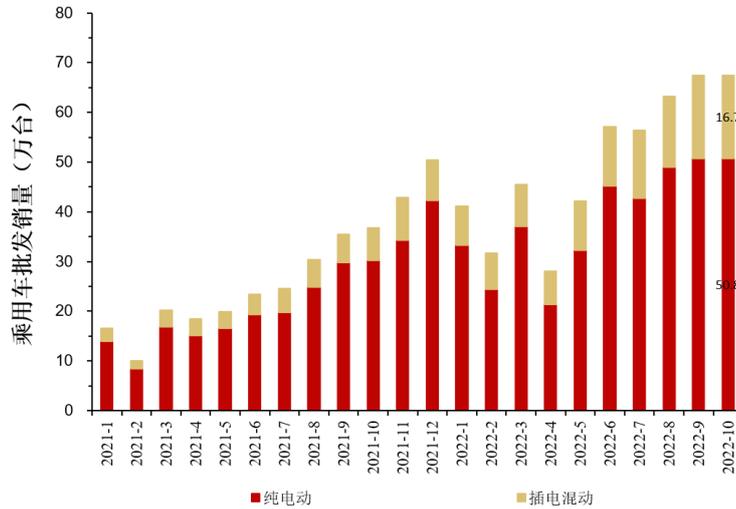
图240: 2022年10月新能源汽车批发渗透率已达30.4%



资料来源: 乘联会、Wind、浙商证券研究所

纯电动汽车与插电混动的比例为 3:1。随着新能源汽车渗透率的不断提高，以比亚迪为代表的新能源汽车企业，逐渐引领插电混动汽车市场。但随着新能源汽车渗透率的不断提升，纯电动车的整体销量也在逐渐攀升。根据乘联会最新数据，截止到2022年10月份，纯电动乘用车单月批发销量已达50.8万辆，同比增长68%。

图241: 纯电动车型与插电混动车型比例为 3: 1



资料来源: 乘联会、Wind、浙商证券研究所

2025年，国内新能源乘用车热管理行业市场空间有望达757亿元。根据乘联会数据，2022年1-10月份国内乘用车市场批发销量已达1916万辆，同比增长13.7%。根据2019-2021年11月份、12月份历史汽车销量，年底销售较为旺盛，单月销量均超过200万辆。因此，预计2022年全年乘用车批发销量有望超过2350万辆，同比增长9%，在优惠政策刺激下，基本消除了第二季度疫情对全年汽车销量的不利影响。在后续疫情逐渐稳定的情况下，国内乘用车销量有望实现稳定增长。根据乘联会和LMC Automotive预测，2025年国内乘用车市场总销量有望达到2400万辆。

国内新能源乘用车渗透率在 2025 年有望达到 50%。根据乘联会数据，2022 年 1-10 月份，国内新能源乘用车批发销量为 500.3 万辆，同比增长 112.3%。今年第三季度月平均销量已达到 62.4 万辆，预计 2022 年全年国内新能源乘用车总批发销量有望超过 620 万辆。根据 IDC 国际市场研究公司预测，2025 年国内新能源汽车产量将达到 1300 万辆。而以往数据显示新能源乘用车占新能源汽车销量的 95% 左右。因此，测算 2025 年新能源乘用车销量有望超过 1200 万辆，渗透率达到 50%。假设纯电动汽车的市场份额维持在四分之三左右，同时热泵系统在纯电动乘用车中的渗透率达到 65%，且随着新能源汽车热管理系统零件的规模化效应，逐年成本的降低。通过测算，2025 年国内新能源乘用车热管理行业市场空间将达 757 亿元，2021 年至 2025 年的复合增长率达到 36.7%，提前布局该赛道的企业有望受益。根据 Marklines 数据，2022 年三季度全球新能源汽车销量约是国内的 1.6 倍左右，预计 2022 年全球新能源乘用车热管理行业市场空间约 640 亿元。按照目前全球新能源汽车市场格局测算，2025 年全球汽车热管理市场空间有望达到 1200 亿元。

表45： 2025 年国内新能源乘用车市场空间有望达到 757 亿元

	2020A	2021A	2022E	2023E	2024E	2025E
中国乘用车销量（万辆）	2014	2147	2350	2362	2385	2409
增速	/	6.6%	9%	0.5%	1%	1%
新能源汽车渗透率	6%	15%	26%	36%	44%	50%
国内新能源乘用车销量（万辆）	117	329	620	850	1050	1205
国内纯电动汽车比例	82.1%	82.7%	77%	75%	72%	70%
国内纯电动汽车销量（万辆）	96	272	477	638	756	843
国内插电混动汽车销量（万辆）	21	57	143	212	294	362
BEV 热泵渗透率	14%	26%	35%	45%	55%	65%
BEV 热泵装机量（万辆）	13	71	167	287	416	548
BEV 热泵系统单车价值量（元）	7500	7350	7203	7059	6918	6779
非热泵新能源车单车价值量（元）	6500	6370	6243	6118	5995	5875
国内新能源车热管理价值量（亿元）	77	217	403	547	668	757

资料来源：乘联会、Wind、LMC Automotive、IDC、浙商证券研究所

11.2 热管理行业国际头部企业市占率较高，国内企业逐渐发力

11.2.1 外资企业占据先发优势，系统集成能力较强

外资企业具有先发优势，市场占有率高，国内企业发展迅速。汽车热管理系统集合了热学、流体力学、电气控制等众多领域，其自身产品较为复杂，包含多种工艺技术，如锻造、冲压、焊接、密封等，行业具备较高的壁垒。而在汽车产业合资时代，众多合资整车厂原本配套的热管理供应商顺势进入中国市场，同时储备的技术和经验更加丰富。在此背景下，目前全球市场份额呈现低集中寡占性市场特征，多以外资品牌为主。全球市场中，龙头企业有日本电装、韩国翰昂、德国马勒、法国法雷奥，其合计占全球汽车热管理系统市场份额的 50% 以上。

表46: 各公司在新能源汽车热管理系统行业产品布局

供应商	新能源热管理系统集成			新能源热管理系统零部件				
	系统集成	热泵空调	电池热管理	电动压缩机	电子膨胀阀	电子水泵	管路	热交换器
电装	✓	✓		✓	✓	✓		
马勒	✓	✓	✓	✓				
法雷奥	✓	✓	✓	✓				
翰昂	✓	✓	✓	✓	✓			
日本三电	✓		✓	✓				✓
银轮股份		✓	✓			✓		✓
三花智控		✓			✓	✓		
奥特佳	✓	✓		✓				
松芝股份	✓	✓	✓	✓				
华域汽车	✓	✓	✓	✓		✓		
海立集团				✓				✓
腾龙集团								✓
飞龙集团					✓	✓		
中鼎股份	✓							✓
克莱机电								✓
盾安环境					✓	✓		

资料来源: 佐思汽研、浙商证券研究所

国际零部件企业在系统集成方面具有较强技术优势。系统集成方面, 主要包括 HVAC 模块、热泵空调和电池热管理系统。国际零部件公司大厂占据着国际市场大部分的市场份额。国际龙头企业在长期的整车配套过程中, 掌握了关键核心零部件, 并且拥有较强的整体热管理系统开发能力, 且在整个热管理系统零件中均有布局。而国内厂商在热管理零部件中拥有一些较为成熟的单品, 如三花智控的阀类产品、奥特佳的空调压缩机、银轮股份的热交换器、腾龙股份的空调管道等。国内自主厂商主要通过提供热管理系统中的某个零部件的方式, 为整车厂进行供货, 而整个热管理集成的开发能力相对较弱, 因此在整个汽车热管理系统中单车价值相对较低。但伴随着国内更多汽车品牌的诞生, 给国内热管理零部件供应商提供更多尝试的机会, 将有利于国内热管理系统企业的快速成长。

图242: 新能源汽车热管理集成部件



资料来源: 日本电装官网、银轮股份官网、新浪汽车、浙商证券研究所

图243: 新能源汽车热管理零部件

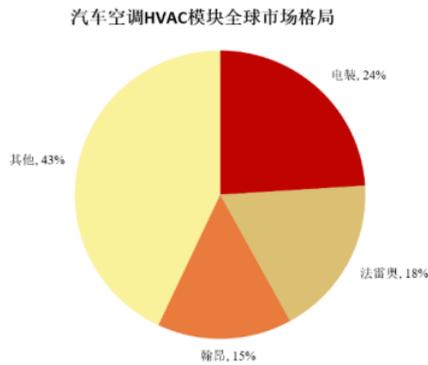


资料来源: 搜狐汽车、银轮股份官网、奥特佳官网、日本电装官网、浙商证券研究所

对于 HVAC 集成模块, 根据 Marklines 统计, 日本电装、法国法雷奥、韩国翰昂等在 2021 年合计约占全球市场份额 57%, 其中日本电装市场占有率为 24%, 法雷奥市场占有率

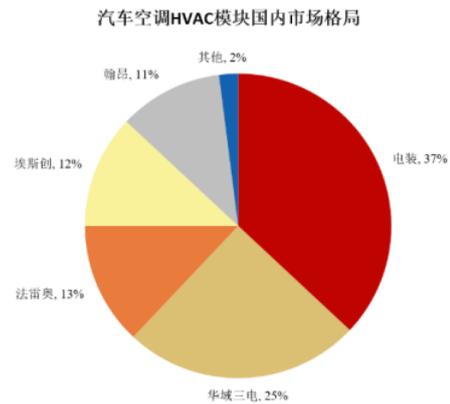
为 18%，翰昂市场占有率为 15%。在国内市场中，电装市场占有率为 37%，华域三电市场占有率为 25%，法雷奥市场占有率为 13%。国内市场中，除了华域三电在 HVAC 集成模块方面具有一定市场份额，其他本土企业暂没有太多的市场份额。由此可见，在系统集成方面，国内本土企业仍具有很大的发展空间。

图244：汽车空调 HVAC 模块全球市场格局



资料来源：Marklines、浙商证券研究所

图245：汽车空调 HVAC 模块国内市场格局



资料来源：Marklines、浙商证券研究所

日本电装是全球最大的汽车热管理系统供应商。电装成立于 1949 年，是一家提供多种汽车零部件产品和系统的全球性企业，主营业务覆盖汽车电气系统、动力系统、热管理系统、辅助驾驶系统、和传感系统五大领域，其主要客户有丰田、大众、通用、现代起亚、福特和日产等。在汽车热管理领域，主要供应空调系统及压缩机、电子膨胀阀、电子水泵以及空调集成单元等。根据 Marklines 信息，2021 年业务总营收 55155 亿日元，约合人民币 2793.6 亿元，其中热管理系统营收 649.3 亿元，占总营收比例为 23.2%左右，占全球热管理行业总体市场的 20%左右。

图246：日本电装汽车热管理典型零部件

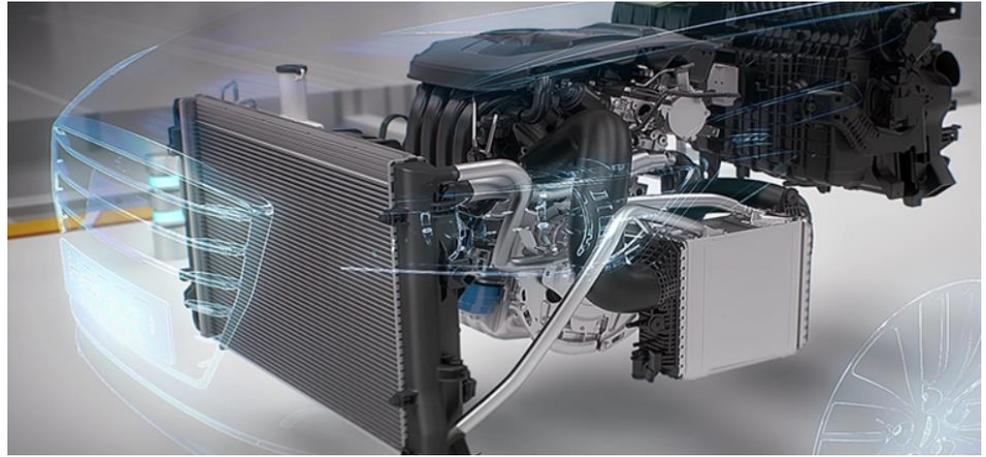


资料来源：日本电装官网、浙商证券研究所

韩国翰昂是一家提供汽车热管理创新解决方案的全球性企业。翰昂成立于 1986 年，通过不断适应行业趋势并超越客户期望，成为热管理解决方案提供商。2018 年至今，行业

向环保汽车的转变对瀚昂来讲是一个重大机遇，在电动汽车解决方案方面慢慢实现转变。该公司是一家主要从事汽车热管理系统和汽车零部件的制造和销售，主要从事产品有暖通空调（HVAC）、动力传动冷却系统、压缩机、流体输送系统、电池热管理系统、热泵系统、高压冷却风扇、散热器、冷凝器等。其主要客户包括现代汽车公司和现代摩比斯有限公司，以及福特、大众、通用、宝马等。根据 Marklines 数据，瀚昂 2021 年销售额为 73514.24 亿韩元，约合人民币 392 亿元，其业务总额占全球热管理行业市场份额为 12% 左右。

图247： 汽车热管理前端冷却模块



资料来源：瀚昂官网、浙商证券研究所

法雷奥主要经营领域包括驾驶辅助系统、动力总成系统、热系统和可视化系统。该公司成立于 1923 年，目前在其创新战略的支持下，以二氧化碳减排及直觉驾驶技术开发为目标，开启了整个集团的战略转型。公司主要产品领域有动力总成系统、热系统、驾驶辅助系统、视觉系统、雨刮器系统等。其主要客户为 PSA、福特、雷诺、上汽、丰田、奥迪、宝马等。根据 Marklines 数据，2021 年业务总营收为 172.62 亿欧元，以当前汇率折合人民币 1268.7 亿元，其中热系统相关业务总销售额为 284.4 亿元，占其总业务收入的 22.4%，占全球热管理市场份额为 9% 左右。

德国马勒是众多国际汽车和发动机零部件制造商的翘楚。该公司成立于 1920 年，主要布局发动机活塞、滤清器、汽车空调系统三大主线。在汽车热管理方面，主要产品有电动压缩机，热泵，以及动力电池热管理等。根据 Marklines 数据，公司 2021 年销售总额为 109.33 亿欧元，以当前汇率折合人民币 803.6 亿元，其中热管理相关业务销售额为 284.0 亿元，占其总业务收入的 35.3%，占全球热管理市场份额为 9% 左右。

本土配套和成本优势给国内新能源行业厂商带来新机遇。由于国内热管理供应商起步较晚，整体技术水平和储备实力较弱，在汽车热管理中仅能够提供部分零部件，对整个热管理系统而言，尚没有很多系统集成的量产项目经验，单车价值量整体较低。随着国内新能源汽车的快速发展，特别是新势力车企的快速成长，国内本土企业有望和整车厂共同成长，从而打破原有供应链体系，进入新的汽车零部件成长期。其主要优势表现在以下几个方面。第一：本土配套响应更快，随着国内汽车开发周期的缩短，快速响应在整车开发周期中至关重要，而国内本土企业可以充分利用这一优势；第二，成本优势，相比于国际市场，国内具有更低的人工成本以及国产设备成本；第三，众多新势力品牌在企业发展初期，更加容易形成产业链粘性，共同成长。

表47: 国内热管理行业主要标的及对应产品

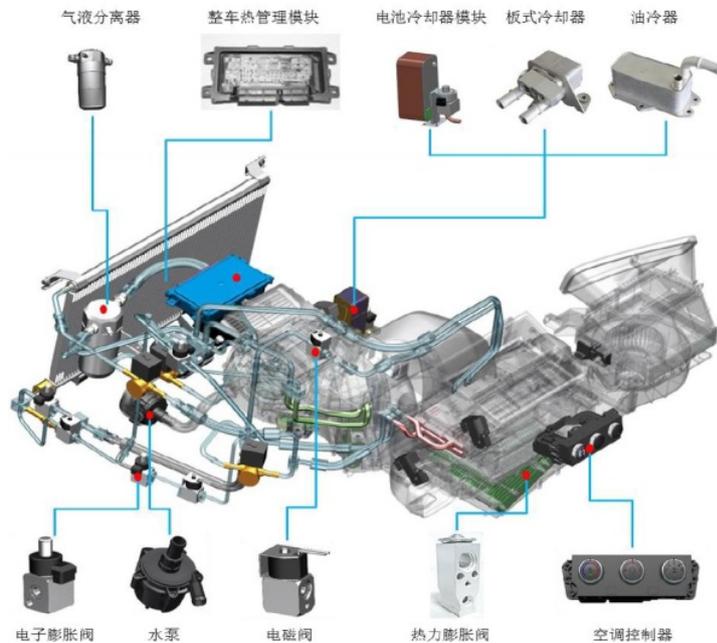
公司名称	汽车热管理主要产品
三花智控	电子膨胀阀及控制器、电磁阀、多通阀、电池冷却板、电子水泵、热泵系统、气液分离器、热管理集成组件等
拓普集团	分散式热管理泵阀类、热泵总成等
银轮股份	HVAC 集成模块、电子水泵、热泵系统、电池冷却板、热交换器、电子水泵等
盾安环境	电子膨胀阀、冷却液控制件、商用车电池热管理机组等
奥特佳	电动压缩机、热泵系统、电池冷却板等
腾龙股份	空调管路、热交换器、集成部件等
克来机电	空调管路等

资料来源: 各公司官网、浙商证券研究所

11.2.2 国内企业依托核心零部件，向热管理集成部件迈进

三花智控凭借在家用空调领域的深耕，逐步开拓汽车热管理市场。三花凭借自身产品研发优势，根据传统汽车节能和新能源汽车的市场需求，进一步拓展开发了汽车空调和热管理领域的新产品，如用于电池和电子设备冷却、发动机和动力系统冷却的电子水泵、电子水阀、电子油泵、电池冷却器、冷却板和油冷器等，以及用于新型冷媒和热泵空调系统的各类冷媒切换电磁阀。公司定位于新能源汽车热管理系统领域，由零部件切入并逐步向组件和子系统发展，已成为法雷奥、大众、特斯拉、奔驰、宝马、沃尔沃、丰田、通用、吉利、比亚迪、上汽、蔚来等客户的合作伙伴。该公司的电子膨胀阀和热管理系统集成组件在细分领域已经做到行业领先。

图248: 三花智控主要产品在汽车中的应用



资料来源: 三花智控公告、浙商证券研究所

2021 年全年三花智控在汽零业务板块业务同比增长 94%。2021 年公司汽零板块营收 48 亿元，相比于 2020 年 24.7 亿元，同比增长 94%。2022 年上半年，汽零板块实现 32 亿元的营收，同比增长 51%。截止到 2022Q3，前三季度共营收 156 亿元，已经接近公司 2021 年全年营收水平，整体营收保持快速增长趋势。

图249： 2021年三花智控汽零业务板块同比增长94%



资料来源：公司公告、浙商证券研究所

三花智控膨胀阀类产品占据领先优势。根据 QYResearch 数据，2020 年公司的电子膨胀阀产品在全球新能源汽车中的市场份额达到 64.36%，占据较强的领先优势；其次是 TGK，市场份额占比 15.38%，盾安环境市场占比 13.16%，但近几年盾安环境在汽车热管理领域逐渐发力，市场份额同样将进一步扩大。

拓普集团在汽车行业笃行 40 年，不断拓展业务线。公司成立于 1983 年，总部位于中国宁波，在汽车行业中专注笃行近 40 年，不断提升综合竞争力，提高竞争门槛构建护城河。公司把握行业发展趋势，前瞻布局新能源汽车赛道，持续扩大产品线，形成平台型竞争优势。目前已经拥有 8 大系统产品，即汽车 NVH 减震系统、内外饰系统、车身轻量化、智能座舱部件、热管理系统、底盘系统、空气悬架系统、智能驾驶系统。其中热管理系统产品主要包括集成式热泵总成、多通阀、电子水泵、电子膨胀阀等。公司在北美、欧洲、上海、深圳、宁波等地设立研发中心，可以更好地服务全球客户，广泛吸收海内外高端人才，已经建立了一支由 100 多名博士、硕士组成近 2000 人的科研团队。在国际市场，公司与美国的创新车企 RIVIAN、LUCID、科技企业以及 FORD、GM、FCA 等传统车企在新能源汽车领域展开全面合作。在国内，公司与华为、金康、高合、小米、理想及其他创新车企的合作同样进展迅速。

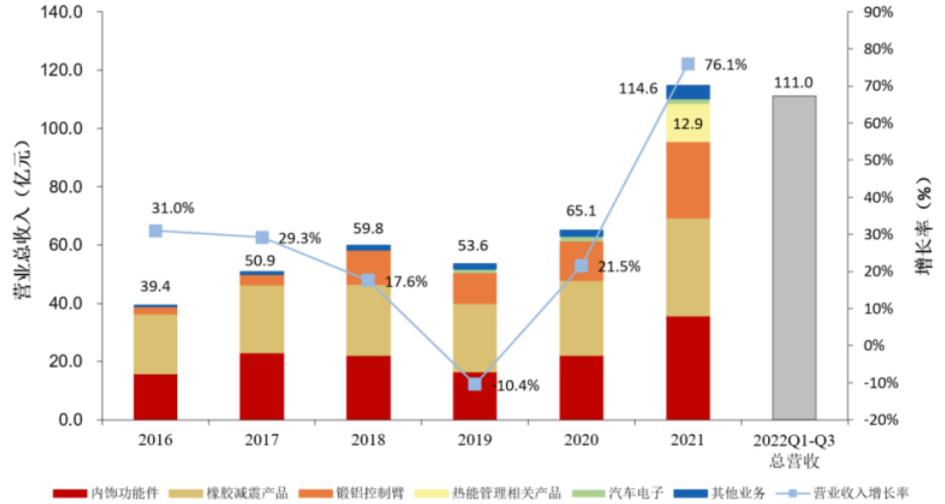
图250： 拓普集团热管理系统主要产品



资料来源：拓普集团官网、浙商证券研究所

2021 年热管理相关产品占拓普集团营收 11%。从 2021 年开始，热管理相关产品逐渐贡献新的业务增量，2021 年总业务营收达到 114.6 亿元，同比增长 76.1%，业务营收增速迅猛。各个业务板块，如内饰功能件、橡胶减震产品、锻铝控制臂、热管理相关产品均实现较大幅度增长，贡献了较大的增量。同时根据其披露的最新公告，前三季度实现了总营收 111.03 亿元，同比增长 41.9%，已基本达到 2021 全年的业务营收。

图251： 2021 年拓普集团热管理营业收入占总营收 11%



资料来源：公司公告、浙商证券研究所

银轮股份 40 余年专注于汽车热管理行业。银轮股份专注于油、水、气、冷媒间的热交换器、汽车空调等热管理产品以及后处理排气系统相关产品的研发、生产和销售。公司产品主要用于新能源、乘用车、商用车、工程机械、工业换热等领域。新能源汽车产品系列包括冷媒冷却液集成模块（如水冷冷凝器、电池冷却器 Chiller，电子水泵，电子水阀，冷媒集成通道、水壶及水路通道、积液器、气液分离器等）、前端冷却模块（电子风扇、低温散热器）、空调箱模块（空调箱壳体、室内冷凝器、室内蒸发器、鼓风机及叶轮、控制器、过滤器）、电池冷却板、PTC 加热器等。新能源汽车领域的主要客户有沃尔沃、保时捷、蔚来、小鹏、威马、通用、福特、宁德时代、吉利、长城、比亚迪、宇通、江铃、长安等。

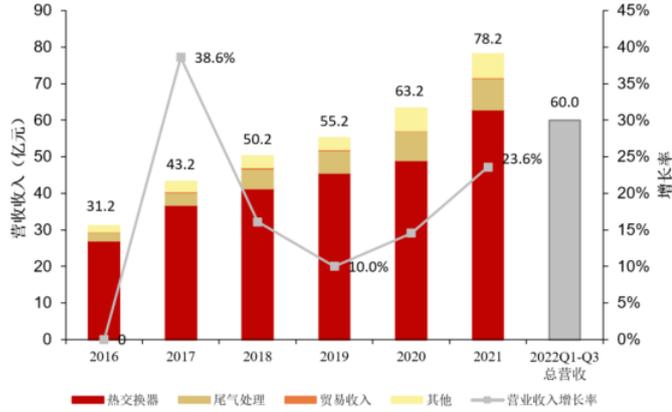
图252： 银轮股份新能源汽车产品系列



资料来源：银轮股份公告、浙商证券研究所

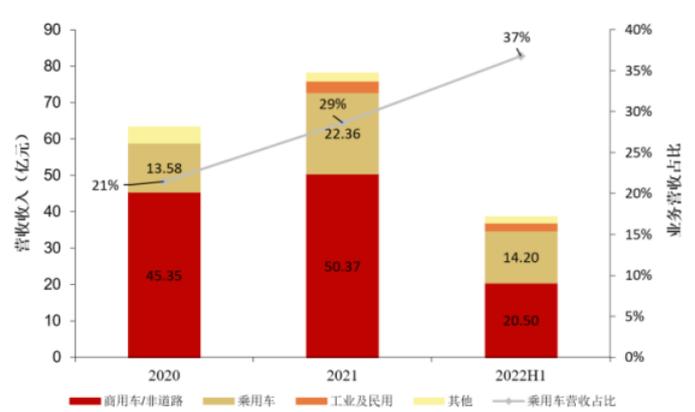
银轮股份 80%业务营收来源于热交换器。根据定期公告，公司业务逐渐增长，其中 2021 年全年总业务营收达到 78.2 亿元，同比增长 23.6%。截止 2022 年第三季度，公司总营业收入达到 60 亿元。在整体的业务结构上来讲，公司在乘用车领域逐渐发力，乘用车营业收入占比逐年提升，2022 年上半年，乘用车业务营收达到 37%。

图 253： 银轮股份 80%营业收入来源于热交换器



资料来源：公司公告、浙商证券研究所

图 254： 银轮股份乘用车业务营收占比逐年提升



资料来源：公司公告、浙商证券研究所

盾安环境逐步实现业绩向上。盾安环境主要业务包括制冷元器件、制冷空调设备、汽车热管理的研发、生产和销售。制冷配件业务主要产品包括电子膨胀阀、四通阀、截止阀、电磁阀、小型压力容器、换热器、集成管路组件等产品。公司聚焦制冷主业，在夯实家用空调配件市场优势地位的基础上，重点拓展商用空调配件及各类战略新品市场，继续提升海外市场份额；另外，大力发展新能源汽车热管理业务，牢牢把握行业与技术发展趋势。其全资子公司盾安汽车热管理作为新能源汽车热管理核心零件的供应商，持续加大投入，稳步提升市场份额，已成为比亚迪、蔚来、理想、一汽、上汽、吉利、长安等主机厂的合作伙伴，同时和宇通、中车、一汽解放等商用车车企在商用车电池热管理领域也建立了良好的合作关系。

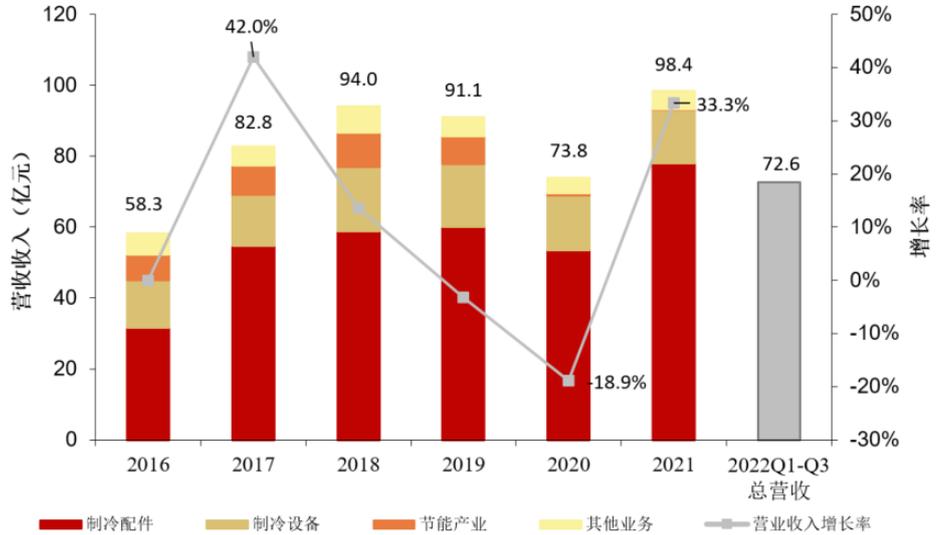
图 255： 盾安环境主要产品



资料来源：盾安环境官网、浙商证券研究所

盾安环境具有良好的技术、品质、产能和市场规模优势，具备较强的核心竞争力。公司 2021 年全年实现营收 98.4 亿元，同比增长 33.3%，业绩实现了很好地正向增长。2022 年上半年实现营收 48.7 亿元，同比微降 3.16%。但公司在第三季度实现销售净利率 9.6%，相比于 2021 年三季度的销售净利率 4.57%，盈利能力改善明显。

图256：盾安环境扭转业务营收，实现业绩向上



资料来源：盾安环境公告、浙商证券研究所

奥特佳主要产品为空调压缩机和汽车空调系统零部件。公司的主要业务是汽车热管理系统及零部件的技术开发、产品生产及销售，主要产品包括汽车空调系统、汽车空调压缩机、储能电池热管理产品及其关键部件。其核心产品是汽车空调压缩机，从运作机制上分类，公司能够生产三类汽车空调压缩机，分别是涡旋式压缩机、活塞式压缩机和电动压缩机，前两类主要应用于燃油车，后一类应用于新能源车。公司的主要客户广泛分布在国内，国内客户有蔚来汽车、吉利、奇瑞、比亚迪、上汽通用五菱、长安汽车、北汽、一汽、东风柳汽、上汽乘用车等；国际客户主要包括斯泰兰蒂斯、大众汽车、福特汽车、通用汽车等。在 2021 年度，公司共计销售各类空调压缩机 570.2 万台，销量同比增长 13.02%，并实现了业务营收 51.37 亿元，同比增加 37.85%，其中空调压缩机业务实现 24.90 亿元营收，汽车空调系统实现 26.47 亿元营收，并在今年前三季度实现归母净利润的扭亏。

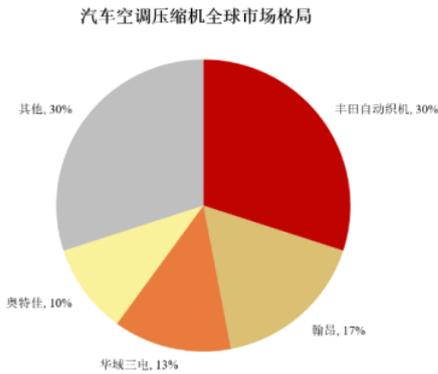
图257：奥特佳主要产品：汽车空调压缩机



资料来源：奥特佳官网、浙商证券研究所

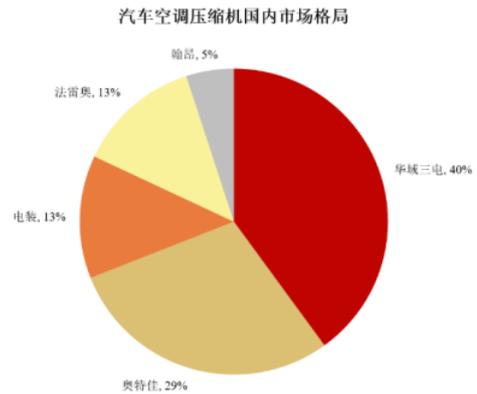
在 2021 年全球汽车空调压缩机市场中，奥特佳在 2021 年市场份额占比为 10%；丰田自动织机市场份额占比最高，达到 30%；其次是韩国翰昂，市场占比为 17%；华域三电市场份额占比为 13%；总体上，在全球市场中，国外企业以及国内合资企业占据主要市场。在国内市场中，华域三电占据 40% 的市场份额，奥特佳市场占比为 29%，电装和法雷奥市场占比均在 13% 左右。

图258: 奥特佳 2021 年汽车空调压缩机业务全球市场份额为 10%



资料来源: Marklines、浙商证券研究所

图259: 奥特佳 2021 年汽车空调压缩机业务国内市场份额为 29%



资料来源: Marklines、浙商证券研究所

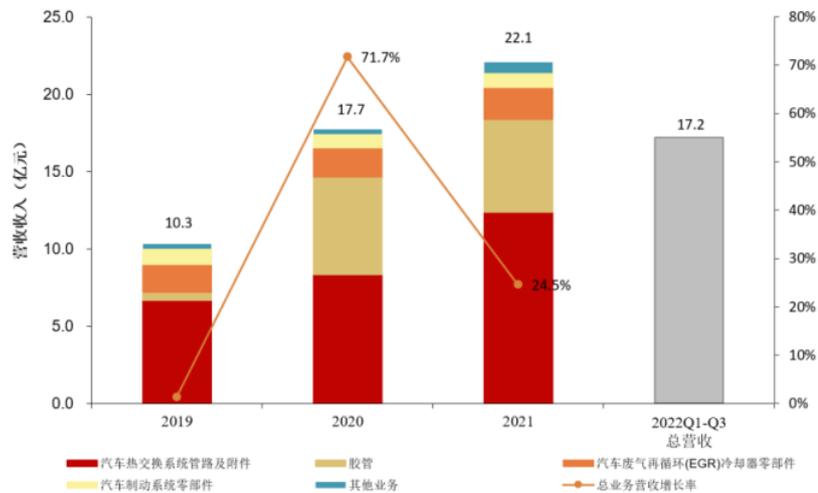
腾龙股份专注于汽车空调管路，并向二氧化碳热泵系统集成方面发展。公司是一家专注于汽车节能环保零部件研发、生产和销售的国内领先汽车零部件制造商。汽车热管理板块的主要产品为汽车空调管路、二氧化碳热泵系统阀组集成模块、汽车热管理系统连接硬管及附件；汽车发动机节能环保零件业务板块主要产品为 EGR（汽车废气再循环）系统、传感器和汽车胶管。此外，公司还生产汽车制动系统零部件、电子水泵、车载无线充电等汽车电子类零部件。公司主要客户包括本田、沃尔沃、福特、大众、马自达、吉利、上汽、通用五菱、一汽、长安、长城、东风、广汽、比亚迪、蔚来、小鹏、理想等多家国内外汽车整车制造企业。公司在 2021 年实现业务总营收 22.1 亿元，同比增长 24.5%，且公司积极布局新能源汽车阀岛集成业务，在未来有望实现单车价值量的提升。

图260: 汽车热管理冷媒回路管道



资料来源: 腾龙股份官网、浙商证券研究所

图261: 腾龙股份 2021 年业务总营收同比增长 24.5%



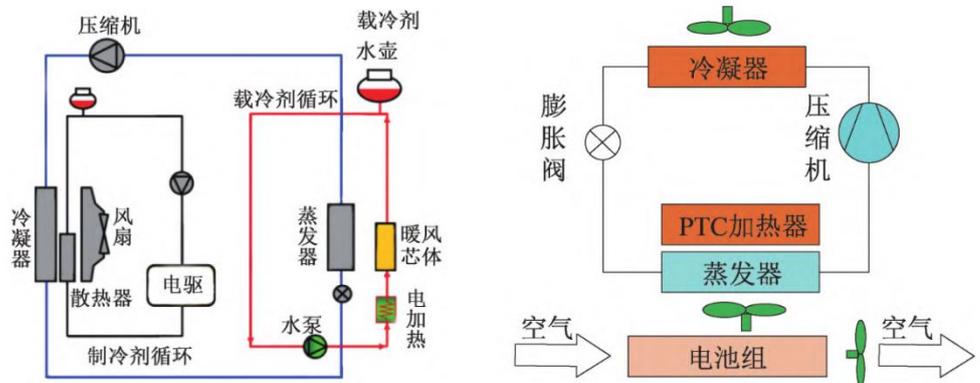
资料来源: 公司公告、浙商证券研究所

11.3 新能源汽车热管理集成化趋势明显，热泵将成为标配

11.3.1 新能源汽车热管理系统发展历经三个阶段

新能源电动汽车热管理系统的发展主要经历三个阶段。第一代热管理系统：电池空冷或液冷、PTC 制热、电机电控液冷，且相互独立；第二代热管理系统：电池液冷、PTC 制热，电机电控液冷，可以利于电机电控余热加热电池系统；第三代热管理系统：新增热泵，整体热管理系统效率更高，且更加复杂，整体向集成化方向发展。

图262: 第一代热管理系统：电池空冷或液冷、PTC 制热、电机电控液冷，且相互独立

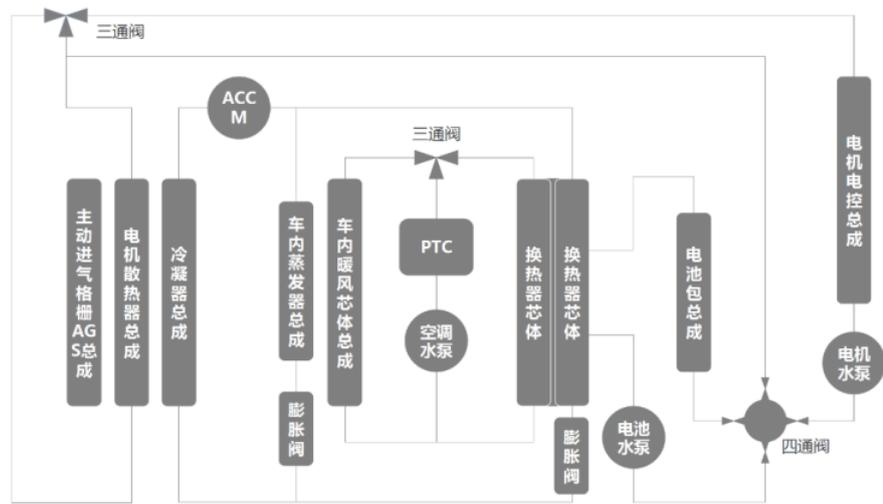


资料来源: 邹慧明等《电动汽车热管理技术研究进展》、浙商证券研究所

第一代热管理系统：电池空冷或液冷、PTC 制热、电机电控液冷，且相互独立。在新能源汽车发展的初期，基本是以电池、电机等动力系统替代燃油车发动机的基础上发展起来的。电池系统由于在正常行驶中会出现发热，而其高效的工作温度区间是 15-35℃。由于空冷结构简单，成本较低，便于维护，从而得到了早期新能源汽车的广泛应用。但随着新能源电动车电机功率和充电功率的提升，空冷已逐渐不能满足电池热管理需求，而逐渐升级为液冷。在冬季时由于环境温度较低，通常采用 PTC 对冷却液进行加热，然后冷却液将热量传导给电池系统。而驾驶舱内的制冷需求，主要沿用燃油车时代的制冷系统，只是将机械式空调压缩机升级为电动压缩机；制热需求，通常是采用 PTC 加热实现。整体上，该方案优缺点也比较明显，优点是结构简单，成本低，结构复杂度较低；缺点是能耗高，冬季续航里程短。

第二代热管理系统：电机电控余热循环利用，加热电池。在第一代热管理系统的基础上，实现电机电控热管理回路和电池热管理回路的串并联，从而可以充分利用电机电控的余热对电池系统进行加热，在冬季减少 PTC 的使用，提高电动汽车整体的热管理效率，提高电动汽车续航里程。如小鹏 P7 的热管理系统，采用一个四通阀，实现电机电控冷却回路和电池包总成冷却回路的连通。在电池包不需要进行加热时，电机电控回路热量通过前端模块的电机散热器总成实现散热需求；当电池包需要加热时，冷却液将电机电控的热量带出，并流经电池包冷却回路，若热量不足，还可以通过 PTC 进行辅助加热，从而实现节能的效果。

图263： 第二代热管理系统：小鹏 P7 采用电机电控余热循环利用热管理方案



资料来源：控安汽研、浙商证券研究所

第二代热管理系统中，对驾驶舱和电池的加热需求仍然通过 PTC 来实现。驾驶舱的制热需求，一般采用风暖 PTC 加热器。PTC 加热周围空气，然后鼓风机系统将空气吹入驾驶舱实现制热功能。另外，也可以采用水暖 PTC 加热器来加热冷却液，然后冷却液流经暖风芯实现驾驶舱的暖风制热。电池系统的加热需求，主要采用水暖 PTC 加热器对冷却液进行加热，实现对电池包的加热。但 PTC 的功率一般在 1-6kW，这就意味着百公里耗电量将额外增加 4-6kWh 的电量消耗，假设满电驾驶时间在 4-5h，PTC 加热将使电动汽车满电续航减少 100-150 公里，这也就是电动汽车在冬季开暖风后，续航打折的原因。

图264： PTC 风暖加热器



资料来源：控安汽研、浙商证券研究所

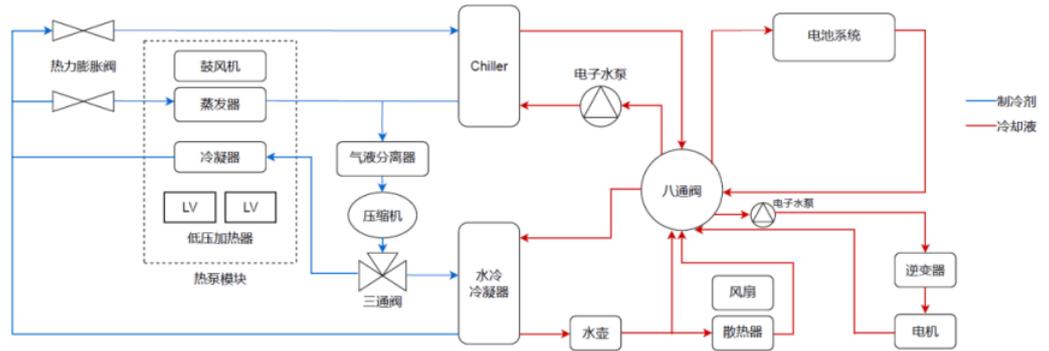
图265： PTC 水暖加热器



资料来源：控安汽研、浙商证券研究所

第三代热管理系统：采用热泵系统，冷媒侧和水媒侧实现集成化。第三代热管理系统以特斯拉 model Y 为代表。在冷媒侧，新增室内冷凝器和冷媒三通阀来实现热泵供热的需求，替代了原有的高压 PTC 加热。新增的两个低压 PTC 加热主要实现除霜、除雾和辅助加热的功能。通常来讲，采用热泵系统进行替代后，百公里耗电量将节省 2-3kwh，实现整体续航 10%-15%的提升。

图266： 第三代热管理系统：特斯拉 model Y 余热回收与集成化热泵



资料来源：《Octovalve Thermal Management Control for Electric Vehicle》、浙商证券研究所

特斯拉 model Y 通过四通阀，将四个主要回路进行了连通，实现整个热管理系统的高效运行。Model Y 能够实现 12 种制热、除雾、除霜和去湿工作模式。通过四通阀，不仅可以实现电机电控余热循环加热电池，还可以间接将热量传递给驾驶舱；另外，还可以实现电机电控系统、水冷冷凝器、低温散热器的串联，使电机电控回路和冷凝器共用一个散热器。电池热管理回路也可以与 Chiller 回路串联，实现电池回路的降温，该热量也可以间接被热泵利用加热驾驶舱。电池热管理回路也可以与水冷冷凝器回路进行串联，通过水冷冷凝器的热泵功能加热电池系统。可以看出，通过四通阀，可以灵活控制电池热管理回路、电机电控热管理回路、Chiller 冷却回路、水冷冷凝器制热回路的整体工作状态，实现电动汽车热管理模块效率的最大化。

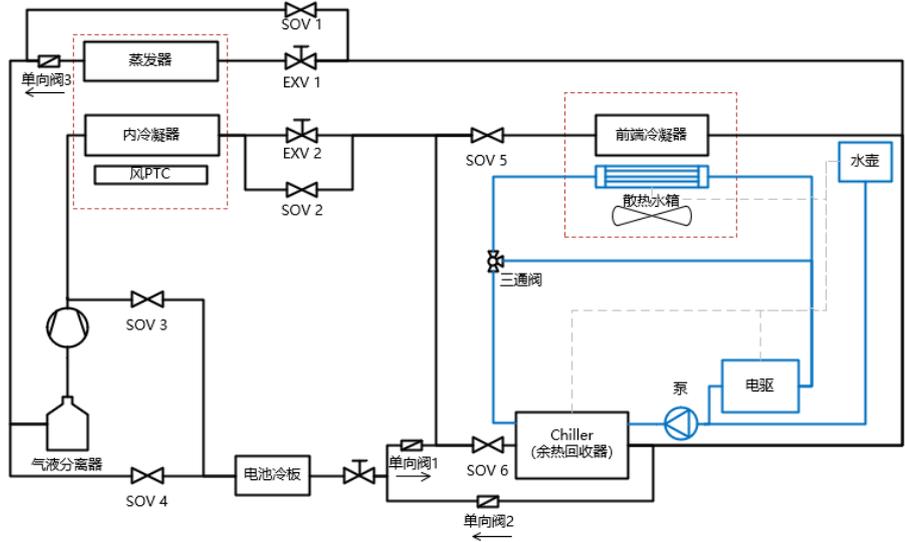
图267： 特斯拉 model Y 四通阀实现电池、电机电控、Chiller 冷却、水冷冷凝器制热的最优配置



资料来源：Munro 拆解 Model Y 热管理、浙商证券研究所

比亚迪海豚电池热管理采用冷媒直冷，具有效率高的优点。在新能源汽车热管理方面，比亚迪的理解同样代表着一种发展趋势。其电池热管理回路直接接入到冷媒侧，采用冷媒直接对电池系统进行热管理。电池直冷优点比较明显，热管理效率高，直接采用冷媒实现与电池的热交换，而不用通过冷媒→冷却液→电池系统的热量传导，提高了热管理系统的效率。但其同样增加了技术难度，电池热管理回路一般较长，电池系统的热管理控制的均匀性以及热管理系统的密封性将给前期开发带来较高的技术挑战。

图268: 第三代热管理系统: 比亚迪海豚电池直冷及热泵集成化设计



资料来源: 知乎-汽车热管理研发、浙商证券研究所

11.3.2 热管理系统功能多样促进向集成化发展，国内企业迎来新机遇

热管理系统整体表现出集成化趋势。整体上来讲，无论是在冷媒侧还是在水媒侧，整体的发展都是朝集成化的方向发展。如特斯拉在冷媒侧，采用非常集成化方式，将众多的阀类集成在一起。主要优势有以下几点：可以有效地实现平台化，有利于规模化的批量生产以及成本的降低，并可以提升热管理效率，且在整车空间方面，可以节省更多的空间，给乘客提供更多的使用功能。在水媒侧，集成化趋势同样明显。如图中特斯拉水媒侧基板，将众多阀类和冷却液水壶集成在一次，其优势与冷媒侧类似。

图269: 特斯拉 model Y 冷媒侧集成基板



资料来源: Munro 拆解 Model Y 热管理、浙商证券研究所

图270: 特斯拉 model Y 水媒侧集成基板



资料来源: Munro 拆解 Model Y 热管理、浙商证券研究所

比亚迪的冷媒侧集成化同样比较明显。由于电池系统采用直冷，整个系统拥有更多的阀类元器件，如各种电子膨胀阀，电磁阀，截止阀等，集成化的方式可以使众多阀类和传感器的线束布局更加方便，提高整个热管理系统的可靠性并降低成本。

图271: 比亚迪集成化冷媒侧阀岛



资料来源: 知乎-汽车热管理研发、浙商证券研究所

国内热管理企业迎来集成化技术发展新机遇。国内诸多新势力品牌在诞生初期，往往存在市场预期销量较低，在跟供应商进行接洽时，更加愿意给成长型供应商更多尝试的机会。而在这个过程中，国内热管理企业便可以充分抓住这一发展机遇，实现自身单车价值量的提升。如三花便在国内新能源汽车发展浪潮中开发了各种集成模块，可根据客户的不同系统要求进行个性化开发，包括电池热管理系统、热泵空调系统、油冷系统等。其较为领先的集成技术可实现更好的系统性能和成本竞争力。

图272: 三花智控汽车热管理集成模块设计

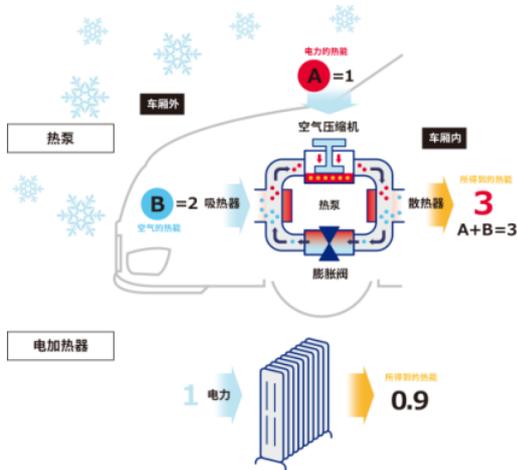


资料来源: 三花汽零官网、浙商证券研究所

11.3.3 热泵系统在新能源汽车领域加速渗透

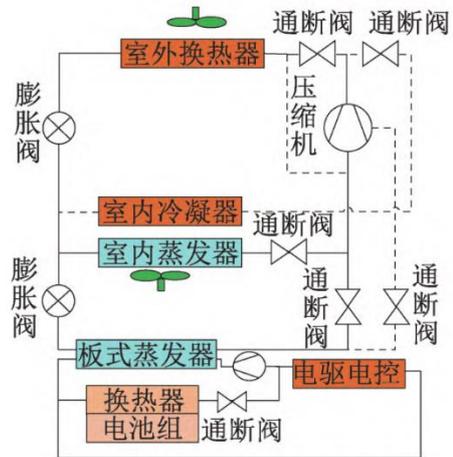
热泵系统相比 PTC 加热可实现 3 倍热效率。根据赵宇等在《电动汽车热泵空调系统综述》中表述, PTC 加热能效比 $COP < 1$, 而热泵空调能效比 COP 最高可达到 3 左右, 由此热泵系统相比 PTC 加热可实现 3 倍热效率。在冬季, 即使是再低的温度, 空气中仍然存在热量。再加上电能对空气的做功, 可以实现更加高效的制热效率, 提升电动汽车在冬季的续航里程。而采用 PTC 加热, 电能只能转化为有限的热能。因此, 众多整车厂为解决冬季续航打折较大的问题, 逐步开始将耗能较高的 PTC 切换成热泵。热泵的加入使汽车热管理系统更加复杂, 同时加速了新能源电动车热管理集成化的趋势。

图273: 热泵系统相比 PTC 加热可实现 3 倍热效率



资料来源: 日本电装官网、浙商证券研究所

图274: 余热回收一体化热泵



资料来源: 邹慧明等《电动汽车热管理技术研究进展》、浙商证券研究所

2022 年 1-10 月份热泵系统在国内纯电动汽车领域渗透率已达 33%。根据 Wind 数据, 2022 年 1-10 月新能源纯电动汽车批发销量已达 387 万辆, 而根据表 48 中统计, 国内配置热泵空调车型销量总和约为 129.6 万辆, 由此测算热泵系统在国内纯电动汽车渗透率已达 33%。随着特斯拉在国内销量的上升, 逐步带动热泵在国内纯电动汽车市场的渗透。这也逐渐使国内新能源厂商逐渐向特斯拉看齐, 加入热泵渗透的行列。随着比亚迪系列车型在国内的畅销, 2022 年全年热泵系统在纯电动汽车的渗透率有望达到 35%。国内众多整车厂, 在解决电动汽车冬季续航问题上, 也逐渐切入热泵行列。

表48： 2022年1-10月份热泵系统在纯电动乘用车中渗透率已达33%

车型	售价(万元)	级别	动力	2021年销量 (万辆)	2022年销量 (1-10月)(万辆)
特斯拉 Model Y	30-40	中型 SUV	EV	20.01	35.02
特斯拉 Model 3	27-35	中型车	EV	28.40	20.45
比亚迪 海豚	10-13	小型车	EV	2.96	15.33
比亚迪 元 PLUS	13-16	紧凑型 SUV	EV	/	14.32
比亚迪 汉 EV	21-32	中大型车	EV	/	11.78
极氪 001	30-38	中大型车	EV	0.6	4.96
蔚来 ES6	38-55	中型 SUV	EV	4.17	4.17
宝马 iX3	40-44	中型 SUV	EV	4.4	4.13
小鹏 P5	18-25	紧凑型车	EV	0.79	3.37
AION V	18-27	紧凑型车	EV	1.58	2.84
蔚来 ET7	45-53	中大型车	EV	0.01	2.16
比亚迪 海豹	20-28	中型车	EV	/	2.05
比亚迪 唐 EV	20-34	中型 SUV	EV	/	1.85
蔚来 EC6	39-55	中型 SUV	EV	3.01	1.63
蔚来 ES8	49-65	中大型 SUV	EV	2.09	1.53
荣威 Ei5	14-16	紧凑型车	EV	1.64	0.88
宝马 i3	35	中型车	EV	/	0.69
极狐 阿尔法 S	22-43	中大型车	EV	0.28	0.65
蔚来 ES7	46-54	中大型 SUV	EV	/	0.62
问界 M5 EV	28-32	中型 SUV	EV	0.04	0.38
AION LX	28-47	中型 SUV	EV	0.1	0.37
蔚来 ET5	32-38	中型车	EV	/	0.21
奥迪 Q5 e-tron	37-48	中大型 SUV	EV	/	0.15
小鹏 G9	31-47	中大型 SUV	EV	/	0.08
			总计	70.08	129.62

资料来源：Wind、Marklines、汽车之家、浙商证券研究所

特斯拉和比亚迪是热泵车型渗透的主力，国内其他整车厂也逐渐布局。特斯拉车型较早地将热泵系统应用到了量产车型上，给热泵行业的发展具有较大的促进作用。同时比亚迪在海豚车型也逐渐应用热泵，目前在汉、唐、元、海豹等纯电车型上都已逐渐升级为热泵系统，且在长续航版的DM车型上，同样应用了热泵。其他厂商，如蔚来全系、极氪、问界M5、宝马iX3等车型上也逐渐配置了热泵。从价格区间上来讲，20万以下的车型上热泵应用较少，仅限于比亚迪海豚、元PLUS、荣威Ei5等，而像几何等部分车型设置为选装配置。在20万以上纯电车型中，大部分都配置了热泵系统，以实现热管理效率的最大化。随着国内新能源汽车市场的进一步深化发展，为解决冬季续航里程打折问题，相信越来越多车企将配置热泵空调系统。

11.3.4 核心零部件：针型和大口径电子膨胀阀市场竞争强化

电子膨胀阀逐渐取代热力膨胀阀，水媒侧三通阀向多通阀发展。阀门主要包括电子膨胀阀、热力膨胀阀、三通阀、四通阀等，特斯拉热管理系统还涉及八通阀等多种其他阀门。随着新能源汽车热管理系统复杂程度提升，所需阀门的数量也有所上升，且技术要求

也更高。阀门的发展趋势主要有两个：1) 电子膨胀阀取代热力膨胀阀。传统的热力膨胀阀根据制冷剂蒸汽的过热度自动调节流量大小。电子膨胀阀按照设定的程序对制冷剂流量进行调节，相比热力膨胀阀具有响应快、精度高的特点，且具有更加宽的控制范围，更容易配合热泵系统使用。2) 由三通阀向四通阀/四通阀发展。三/四/四通阀都是起到切换冷却液路径的作用，但是集成度越高的系统需要的通道阀门结构越复杂。四通阀可以连通更多回路，引入更多热源，热管理效率也会因此提升，相对应的结构复杂程度、加工难度会有所增加。

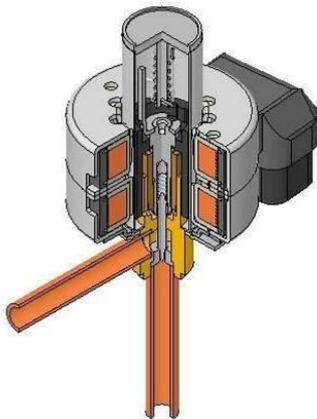
图275： 三花智控汽车热管理热力膨胀阀和电子膨胀阀



资料来源：三花汽零官网、浙商证券研究所

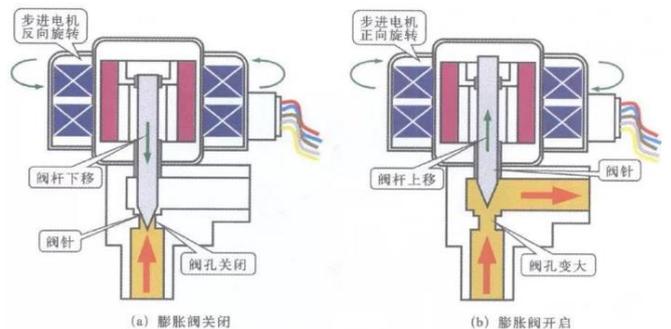
电子膨胀阀主要由两个部件组成：阀体和步进电机。步进电机与阀体总成直接相连，使得阀芯的运动更加容易、可靠，可以省略额外的密封件、波纹管、隔膜等可能存在使用寿命限制和泄漏影响的部件。电子控制器通过发送脉冲信号到线圈上，控制转子部件的旋转，通过丝杆和螺母的传动，将转子部件的旋转运动转化为阀针沿轴向直线移动，从而调节阀口的通流面积，调制冷剂的流量，同时止动器部件通过滑环上下运动控制阀针运动行程，从而保证阀针始终在一定行程中运动。

图276： 针型电子膨胀阀内部结构



资料来源：三花智控产业产品介绍会、浙商证券研究所

图277： 针型电子膨胀阀通过控制阀针上下运动控制流量



资料来源：嘉兴裕隆，浙商证券研究所

三花智控电子膨胀阀旨在提供精确的流量控制，获得更高的系统热效率。三花智控电子膨胀阀在测试矩阵的不同点进行测试时，可以将典型乘用车的制冷系统 COP 提高 10%以

上，在最大化热交换器性能方面特别有效。并且可以精确控制压缩机入口过热度，更有效地优化蒸发器和冷凝器传热来实现更高的系统效率。另外，响应迅速且稳定的过热度控制可减少空调压缩机负载，提高整体热效率。且自身的质量和耐用性通过自润滑设计特性等得到加强。

表49: 三花智控和盾安环境电子膨胀阀技术参数对比

所属公司	三花智控		盾安环境
系列名称	汽车电子膨胀阀	FBEV 控制阀系列	FBEV-C 控制阀系列
产品图片			
制冷剂	R134a, R1234yf, R744	R134a, R1234yf	R744
适用环境温度	-40℃~+120℃	-40℃~+125℃	-40℃~+165℃
工作电压	DC 9V~16V	DC 9V ~ 16V	DC 9V ~ 16V

资料来源：三花智控官网，盾安环境官网，浙商证券研究所

盾安环境电子膨胀阀采用大口径设计，同时可具备膨胀阀和电磁阀的功能。盾安环境的大口径电子膨胀阀全开直径 10mm，在全开状态可以实现较大的制冷剂流量，同时也可实现流量的全封闭，从而实现了电磁阀的功能，也可直接应用到集成阀岛产品中。整体上，大口径电子膨胀阀核心优势在于产品兼容性，小开度时满足流量精度调节，能替代小口径电子膨胀阀，同时具备电磁阀全开功能及双向截流截止功能，在热泵系统中可以替代电子膨胀阀+电磁阀+单向阀，具备较强的经济性。

表50: 三花智控和盾安环境电子膨胀阀特点对比

	三花智控	盾安环境
特点	<ul style="list-style-type: none"> 提高冷却稳定性 具有精确流量控制的领先技术 具有 OBD 功能的 LIN 集成控制板 量产经验，品质记录过硬 灵活的阀体设计 	<ul style="list-style-type: none"> 可适应 CO2 新冷媒系统，应用场景更加丰富 产品兼容性高，小开度可替代小口径电子膨胀阀 同时具备电磁阀全开功能及双向截流截止功能 经济性高，热泵系统可替代电子膨胀阀+电磁阀+单向阀 轴承和软密封结构独特，内漏低、流量调节覆盖范围广

资料来源：三花智控官网、盾安环境公司公告、浙商证券研究所整理

11.4 风险提示

新能源电动汽车渗透率不及预期、锂价上涨带来成本端压力、热管理零部件国产化替代进程不及预期、热泵渗透率不及预期

12 域控制器，迈向汽车智能化的成败关键

12.1 汽车电子电气架构由分布走向集中，并最终走向中央计算

随着汽车智能化，网联化的渗透与普及，汽车电子电气零部件占汽车的比重也逐渐提高。高级驾驶辅助系统，车载多媒体娱乐系统等逐渐成为消费者关注且左右购买决策的功能配置。越发复杂的系统对传感器、电子控制器（Electronic Control Unit, ECU）的数量有了需求，如自动驾驶的摄像头，毫米波雷达；多媒体娱乐系统的副驾驶娱乐屏幕，HUD 抬头显示系统等。传统的分布式电子电气架构（Electrical/Electronic Architecture, EEA）逐渐

在日益复杂的系统需求面前力不从心，集中式的区域控制器（Domain Control Unit, DCU），即域控制器概念应运而生。在未来，随着高性能算力平台的进一步发展，汽车电子电气架构将会进一步集中整合，向中央计算平台方向演进。

12.1.1 传统分布式电子电气架构难以适应发展趋势

随着 21 世纪以来，科学技术的发展，车辆所搭载的高科技功能逐渐增加。而于此相应的是，车辆搭载的电子控制器（ECU）越来越多，例如控制发动机表现的 ECM 模块、管理新能源汽车电池的 BMS 模块以及用于 360 度环视影像融合计算的 AVN 模块等等。据焉知汽车数据，一辆现代豪华汽车中通常包含了 70 到 100 个 ECU。分布式的电子电气架构由于算力分散、线束成本及重量、通信带宽低以及集成维护困难四大问题，难以适应汽车智能化发展趋势。

图278： 汽车电子电气线束



资料来源：沪光股份、浙商证券研究所

图279： 典型 ECU 模块，由 PCB 板，接插件以及保护外壳组成



资料来源：联合电子、浙商证券研究所

- 1、 **算力分散无法高效利用**。分布式架构下汽车搭载数十个控制器，且为保证性能稳定性及安全性，每个控制器芯片硬件算力相对其上运行的程序都有所冗余。这就导致从整车维度，各个控制器的能力“各自为政”，无法高效协同。反之在集中式电子电气架构下算力在行车时为辅助驾驶服务，在驻车休息时可为车载游戏提供运行算力。

图280： 特斯拉 Model3/Y 连接游戏手柄后进行车内游戏



资料来源：新出行、浙商证券研究所

- 2、 **线束成本及重量劣势**。庞大的 ECU 数量同样意味着复杂、冗长的总线线束。据电子工程世界网数据，一辆高级汽车的线束使用量约 2km，重量在 20~30kg。在线束中，线缆材料本身重量占到线束总重量的 75%左右。集中式的电子电气架构以及域控制器的引入，可极大的缩短线束的使用量。
- 3、 **无法支持高带宽车内通信**。在分布式 ECU 时代，计算和控制的核是 MCU 芯片，传输的基础核心是基于传统的 CAN、LIN 和 FlexRay 等低速总线。随着 ECU 的不断增多，导致总线负载增加，基本上达到允许的上限了，这样容易导致信号

丢帧、总线堵塞等技术难题，从而导致安全隐患。但在域控制器时代，高性能、高集成度的异构芯片作为域的主控处理器，域内统一调度控制，域外通过以太网等进行高速通信。目前百兆和千兆的以太网已在多款新车型上得到应用。车载以太网每节点实施成本高于 CAN、LIN，与 FlexRay 相当。在未来，数据传输速度的制约将使得车载以太网替代传统总线成为必然。

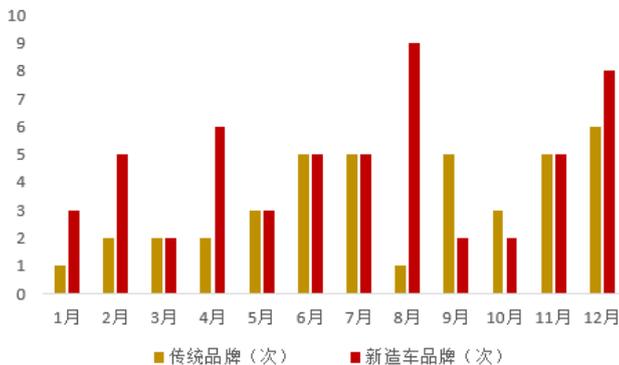
表51: 四种主流总线技术对比

	CAN	LIN	FlexRay	以太网
传输介质	双绞线	单铜线	双绞线	双绞线
传输速率	1Mbps	20Kbps	20Mbps	100~1000Mbps
相对成本	低	最低	低	高
特点	实时性好 有优先级区分	串行通信，确定性强 成本低，无冲突仲裁机制	双备份，冗余性好 确定性和实时性强	高带宽，部署灵活 技术成熟稳定
应用场景	控制器、座舱仪表 变速箱等	车窗、车门、座椅、天窗 等	底盘及动力系统	高级驾驶辅助及智能座舱

资料来源：CSDN、浙商证券研究所

4、**系统集成及 OTA 维护困难。**各个 ECU 开发主要由各 Tier1 提供主机厂，主机厂由内部团队进行集成整合。对主机厂集成开发能力，供应商管理能力提出了很高的挑战。此外，分布式的架构零散的 ECU 布局也难以支持车载软件在线升级 (OTA)，从而加大了软件后期维护迭代的难度。目前，OTA 已经从部分新势力车企的独门绝技，逐渐大众化，各个车企的更新迭代频率也在快速提升。据国家市场监督管理总局披露的数据，2021 年各大车企报告 OTA 升级 351 次，较 2020 年同期上升了 55%，而涉及到的车辆达到 3424 万辆之巨，更是较 2020 年同期暴增了 307%。

图281: 2021 年各月 OTA 次数情况



资料来源：36Kr、浙商证券研究所

图282: 新势力领跑 OTA 次数，传统品牌后来居上

2021年部分车企OTA情况一览

品牌	车型	车年内升级次数
特斯拉	Model S、Model X、Model 3、Model Y	9
理想	理想ONE	7
蔚来	ES8、ES6、EC6	6
小鹏	G3、P7、P5	6
极狐	阿尔法T、阿尔法S	6
广汽埃安	AION Y、AION S、AION S PLUS、AION V PLUS	4
零跑	TO3、C11	4
极星	极星2	3
宝马	新BMW 3系、新BMW 5系、全新BMW M3等	3
雪佛兰	开拓者、探界者、迈锐宝XL等	3

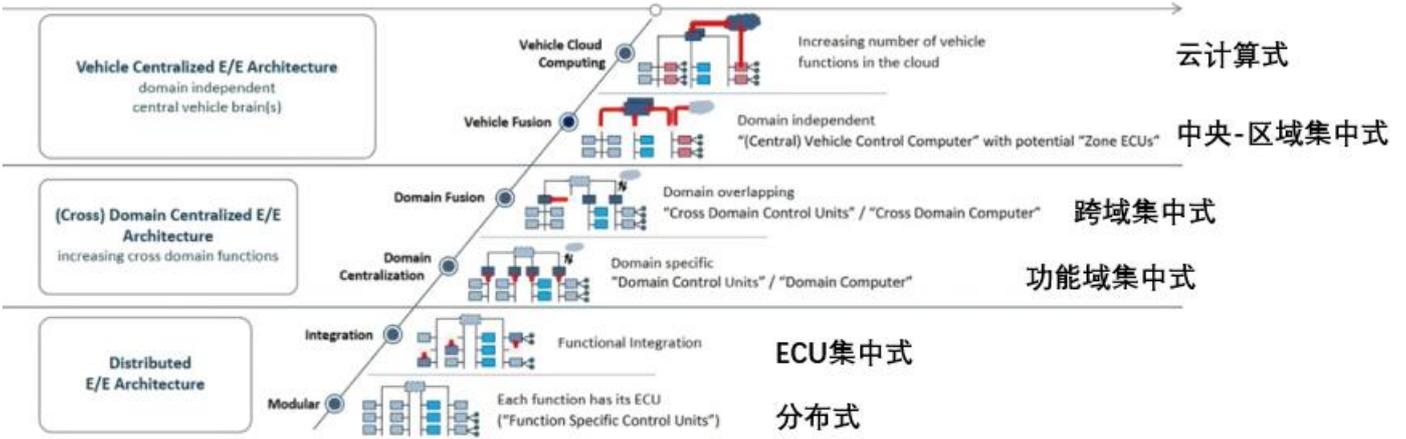
资料来源：36Kr、浙商证券研究所

12.1.2 集中式架构逐渐演进，特斯拉暂时领先

在集中式电子电气架构中，各个 ECU 模块根据划分进行整合“打包处理”，形成数个域控制器，利用处理能力更强的多核 CPU/GPU 芯片相对集中的去控制每个域，使原有的数十上百个 ECU 模块数量减少为数个域，域控制器之间基于需求通过以太网等高速总线或

CAN/CAN FD 低速总线建立通信连接。集中式电子电气架构的推进可分为六个阶段，分别为分布式——ECU 集中式——功能域集中式——跨域集中式——中央-区域集中式——云计算式。

图283: 电子电气架构演进路线



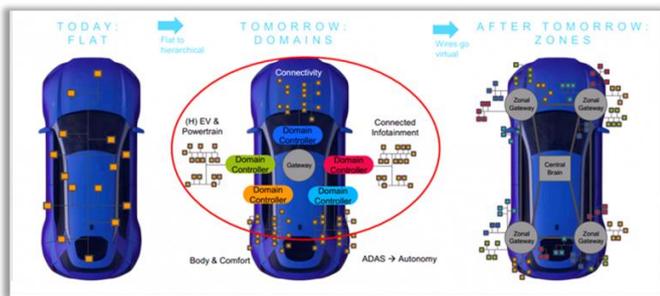
资料来源：博世、浙商证券研究所

功能域集中式是以博世等传统 Tier 1 提出的基于功能模块进行的切割。其将整车分为动力域、底盘域、车身域、智能驾驶域、智能座舱域五大域组成。近年来，该切分方法得到了广泛的实施，并得到进一步的发展。当前趋势为将车身域、底盘域和动力域三个相对传统封闭且对功能安全等级要求较高的域整合成为整车控制域。从而形成整车控制域、智能驾驶域和智能座舱域的三大域组合。

2019 年，华为提出的 CC（计算+通信）架构，用分布式网络+域控制器的架构，将车辆分为三大部分：驾驶、座舱和整车控制，并推出了三大平台：MDC 智能驾驶平台、CDC 智能座舱平台和 VDC 整车控制平台。华为通过提供芯片+操作系统，将上述三大平台的每一个平台都打造一个生态系统。

图284: 五大域控分类

图285: 华为三大域整合 CC 架构方案



资料来源：电子工程世界、浙商证券研究所

资料来源：华为、浙商证券研究所

以特斯拉为代表的以 ECU 模块在车辆物理空间内所在位置进行的整合，即跨域集中式。特斯拉 Model 3 及 Model Y 的车电子电气架构分为四大部分：CCM(中央计算模块)、BCM FH（前车身控制模块）、BCM LH(左车身控制模块)、BCM RH(右车身控制模块)。其中 CCM(中央计算模块)由三个模块组合而成：智能座舱系统(IVI)，智能驾驶系统(ADAS)

和车内外通信系统，其共用一套液冷系统。基本上实现了中央集中式架构的雏形，但并不是严格意义上的中央集中式架构，业内把这种类型称之为“准中央-区域集中式架构”。

- 1、**前车身控制模块**：负责整车电源分配，车辆前舱用电器的逻辑控制和驱动；
- 2、**左车身控制模块**：负责左侧用电器的配电，左侧用电器的逻辑控制和驱动，包括左车身便利性控制以及转向、制动等底盘控制等；
- 3、**右车身控制模块**：负责右侧用电器的配电，右侧和背部用电器的逻辑控制和驱动，包括右车身便利性控制、动力系统、空调等。

相比较功能域集中式，跨域集中式可以抛弃硬件的束缚实现软硬的解耦，同时在物理上可以让线束更短。但是同样的跨域集中式需要车企要有全栈自研的能力，包括底层硬件架构到上层的软件开发。也正因为此，当前大部分车企还是选择按照功能域集中的方式进行开发，而自研能力较强的厂家已经逐步实现的功能域集中式的架构，并且正朝着跨域集中式架构迈进。

在未来，电子电气架构会进一步发展，向中央-区域架构演进。在这种架构下，算力全部向中央计算机集中，中央计算机完成车控，娱乐，驾驶辅助等所有能力的提供，承担类似“中央大脑”的角色；在区域端，由区控制器（Zonal Control Unit）充当网关、交换机角色，并完成供电。保证来自中央计算机的指令上下通达。

表52：本土强自研能力车企的电子电气架构落地情况

架构名称	架构类型	落地情况	特点	
蔚来	蔚来新一代EEA	功能域集中式（5*DCU）	ET5、ET7、ES7	按照功能进行五域划分
理想	LEEA2.0	功能域集中式（3*DCU）	L9、L8、L7	将动力、车身、底盘集成为中央控制域，保留智能驾驶域和智能座舱域
	LEEA3.0	中央-区域集中式（1*CCU+N*ZCU）	800V 纯电平台 2023年落地	将车控、座舱、智驾三合一配合数个区控制器
小鹏	X-EEA 3.0	跨域集中+功能域集中（3*DCU+2*ZCU）	G9	三个域控制器分别控制车控、智驾和座舱，两个区控制器按照就近原则控制左右以控制线束使用
比亚迪	E 3.0	功能域集中式（4*DCU）	海豚、海豹、元 Plus	按照功能分为动力域、车控域、座舱域、智驾域
广汽	星灵架构	跨域集中+功能域集中（3*DCU+4*ZCU）	2023年落地	三个域控制器为中央计算、座舱和智驾。四个区控器负责车身左、右、前、后
长城	GEEP4.0	跨域集中+功能域集中（3*DCU+2*ZCU）	2022年落地	三个域控制器为中央计算、座舱和智驾。三个区控器负责车身左、右、前

资料来源：CSDN、浙商证券研究所

各家车企无论其电子电气架构如何演进，可以发现其智能座舱域控制器以及智能驾驶域控制器都相对独立，未被其他域控整合，而是在不断吸纳其他控制器。在迈向中央-区域式集中的过程中，智能座舱域控制器、智能驾驶域控制器将组成中央计算器的核心。

12.2 智能座舱与智能驾驶为当前竞争焦点

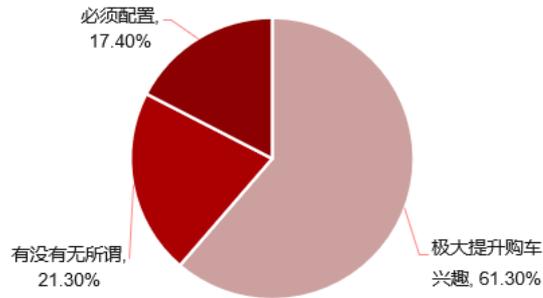
当前域控制器的竞争焦点主要在智能座舱以及智能驾驶领域。其原因为其用户感知度高、用户接受度高、科技属性附加值高以及智能座舱开发难度相对较低。

12.2.1 智能座舱域：用户认接受度高，开发难度相对低

相对于其他汽车技术，智能座舱实现难度相对较低，并且直面用户，能够给用户带来直接的感官体验。根据 HIS 在 2021 年 7 月进行的调查显示，近 8 成用户对智能座舱配置

有需求，其中更有 17.4% 的用户认为智能座舱为购车必须配置。故车企投入智能座舱性价比高，智能座舱已经成为汽车智能化道路上率先落地的领域。

图286： 2021 年用户对智能座舱配置需求



资料来源：IHS、浙商证券研究所

一、智能座舱域发展历史

智能座舱主要的发展历史主要分为三个阶段，在 2000 年之前为机械时代；2000 年至 2015 年为电子时代；2015 年至今为智能时代。

机械时代：座舱主要就只有单一的机械仪表，简单的音频播放设备，物理操作按键，除此之外，没有中控显示屏，并且集成度较低，无智能化配置。

电子时代：座舱多为机械仪表，极少数有液晶仪表，除此之外，多为物理按键，极少数为触屏，拥有娱乐系统，小尺寸娱乐显示，除此之外，集成度较低，智能化程度低。

智能时代：当前的座舱已经正式进入了智能化当中，座舱大尺寸屏显示、多联屏出现，信息娱乐系统功能逐渐丰富，交互方式多样，且为高度集成化，安全程度较高，智能化程度高。

在未来，智能座舱作为人车交互的第一入口，会进一步快速发展。在人机交互层面，人与车辆的交互不只会局限在屏幕图像交互（GUI）与语音系统（CUI），声音（VUI）、香氛嗅觉（FUI）、座椅震动、HUD、灯光（LUI）等都可成为人机交互的接口。在硬件层面，车内多屏交互趋势明显，跨域算力融合也会进一步推进，对于软硬集成开发及域控制器算力会有更高的要求。

二、智能座舱域控市场规模

根据 ICVTank 数据，2022 年，预计全球智能座舱行业市场规模达 461 亿美元，平均 CAGR 达 8%。其中，中国智能座舱配置渗透要明显快于全球，根据 IHS 预测，2020 年中国市场智能座舱渗透率为 48.8%，预计在 2025 年渗透率有望达到 75%。

高工智能汽车研究院监测数据显示，2022 年 1-9 月中国市场（不含进出口）乘用车前装标配搭载座舱域控制器上险交付为 114.99 万辆，同比增长 52.81%；前装标配搭载率为 8.06%。ICVTank 数据显示，2019 年全球智能座舱域控制器出货量为 40 万套，预计 2025 年全球智能座舱域控制器出货量将达到 1300 万套。

12.2.2 智能驾驶域：L2 级快速普及，行泊一体为明显趋势

目前量产上市的 L2 级别智能驾驶系统多为基于传统分布式电子电气架构开发的，即高速行驶中的智能驾驶由一个控制器控制，自动泊车及 360 全景影像由另一个控制器控制。随着高速的驾驶辅助功能逐渐覆盖城市场景；泊车系统从最简单的 360 环视影像逐渐发展为自动泊车甚至自动代客泊车（AVP），低速与高速两套智能驾驶辅助系统软硬件逐渐产生了功能上的交集。行泊一体化智能驾驶域控制器就此站上舞台，其具体优势为硬件共享；多传感器融合；减少硬件成本；降低开发难度以及为未来“目的地到目的地”的真正自动驾驶的实现打下硬件基础。

一、智能驾驶域发展历史

智能驾驶系统，又被称为驾驶辅助系统或者自动驾驶系统。其基本构造为通过车载感知元器件感知车辆行驶周边环境，由处理器或者域控制器进行加速、制动、转向的计算并给出决策，最终发布指令由动力系统、制动系统、转向系统进行执行从而达到车辆自动行驶的目的。其发展历程可根据主流智能驾驶分类等级划为六个阶段。根据 2021 年 8 月国家市场监督管理总局及标委下发的《汽车驾驶自动化分级》文件，汽车自动化共划分为 6 个等级，即 L0-L5，其中 L0-L2 为辅助驾驶，系统能够辅助驾驶员执行动态驾驶任务，L3 及以上被称为自动驾驶，系统能够执行全部动态驾驶任务，L3 需根据需要提供接管。

表53：汽车驾驶自动化分级

级别	名称	系统性能要求及特点
L0	应急辅助	系统不能持续致性动态驾驶任务中的横向或纵向运动控制，但具备持续执行驾驶任务中的部分目标和事件的探测与响应能力
L1	部分驾驶辅助	系统在其设计运行条件内持续地执行动态驾驶任务中的车辆横向或纵向运动控制，且具备相适应的部分目标和事件探测与响应能力
L2	组合驾驶辅助	系统在其设计运行条件内持续地执行动态驾驶任务中的车辆横向和纵向运动控制，且具备相适应的部分目标和事件探测与响应能力
L3	有条件自动驾驶	系统在其设计运行条件内持续地执行全部动态驾驶任务
L4	高度自动驾驶	系统在其设计运行条件内持续地执行全部动态驾驶任务和执行动态驾驶任务接管
L5	完全自动驾驶	系统在任何可行驶条件下持续地执行全部动态驾驶任务和执行动态驾驶任务接管

资料来源：工信部、浙商证券研究所

目前智能驾驶辅助系统正在快速发展普及期，正在处于“L2 级驾驶辅助系统快速普及，L3 级驾驶辅助快速成熟”的历史阶段。根据 IDC 公司发布的《中国自动驾驶汽车市场数据追踪报告》，2022 年第一季度，L2 级驾驶辅助系统在乘用车市场的渗透率为 23.2%。

二、智能驾驶域控市场规模

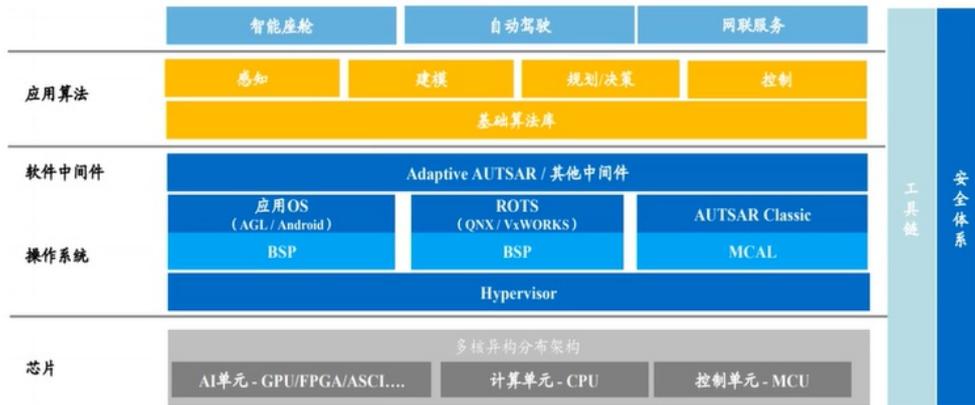
根据 IDC 统计，如今市场上 L2 级别驾驶辅助乘用车中，21.4%为域集中控制实现的，即通过智能驾驶域控制器实现的，大部分车企还是使用传统分布式控制的方式实现 L2 级别驾驶辅助。根据高工智能汽车统计，参考 2021 年交强险上险数据，智能驾驶域控制器实际出货量仅为 53 万套左右，渗透率为 3%左右。智能驾驶域控制器尚处于萌芽之中。

12.3 域控制器产业链解构，高性能芯片为其核心

将域控制器从下至上拆解可以发现，其最底层为主控芯片，在其之上为操作系统层、中间件层以及应用软件算法层，一款好的域控制器的成功关键是多层次的软件硬件的有机结合。主控芯片目前多采用多核异构的“CPU+XPU” SoC 芯片，竞争的焦点主要在于芯片的有效算力、算力能耗比、成本等。操作系统及中间件主要负责对硬件资源进行合理调

配，以保证各项智能化功能的有序进行。其中，软件操作系统竞争格局较为稳定，多以 QNX 和 Linux 及相关衍生版本为主。应用算法则是基于操作系统之上独立开发的软件程序，是各汽车品牌差异化竞争的焦点之一。

图 287： 域控制器架构拆解



资料来源：中国软件测试中心、浙商证券研究所

12.3.1 科技厂商入局域控制器，业务模式多样

车企对于高性能多核异构 SoC 的需求也在吸引着科技厂商入局，当前国内外主要的芯片厂商由英伟达、德州仪器、Mobileye、高通、AMD、华为、地平线等。在中游为 Tier1 集成供应商，国内主要玩家为德赛西威、中科创达、东软睿驰、经纬恒润、华为等。

在软件定义汽车的大趋势下，在域控制器开发上，车企与供应商之间的关系相较于 ECU 控制器时代正在发生微妙的转变。传统上，车企向定点的 Tier1 发布需求，Tier1 基于进行软硬件控制器的开发，最后交由车企进行集成及测试验收。而在智能化时代，车辆的智能化、科技化功能越发被消费者以及车企重视，越来越多的车企建立起了自己的软件自研团队甚至是硬件自研团队，希望牢牢的把产品定义的主导权握在自己手中。车企与供应商之间形成了多样化的合作模式，以适应车企不断扩大的自研需求。当前车企与供应商在域控制器领域的商业合作模式可以分为以下几种：

1. **交钥匙型：供应商完成底层硬件、操作系统、中间件、应用软件全部开发，车企负责系统集成。** 尤其适用于自动驾驶系统解决方案商、智能座舱软件平台厂商，比如百度 ACU 由伟创力负责代工生产，毫末智行也与伟创力达成合作，甚至众多的自动驾驶初创企业，都可能采用这一模式，通过 ODM/OEM 代工商提供车规级硬件前装生产能力的补充，为主机厂提供“域控制器+ADAS 系统集成开发”整套解决方案。
2. **应用自研型：供应商完成底层硬件、操作系统、中间件的开发，车企负责相对简单的应用层开发。** Tier1 采用白盒或灰盒模式，车企掌控自动驾驶或智能座舱应用层开发权限，芯片厂商、Tier1、车企往往形成了深度合作，芯片商提供芯片、开发软件栈和原型设计包，Tier1 提供域控制器硬件生产、中间层以及芯片方案整合。这一模式的典型案例包括德赛西威+英伟达+小鹏/理想/智己、极氪+Mobileye+知行科技等。
3. **中间件以上自研型：供应商完成底层硬件、操作系统，车企负责中间件及上层应用开发。** 这种模式下，供应商主攻域控基础软件平台，向上可支撑车企掌控系统

自主开发权，向下可整合芯片、传感器等 Tier2 的资源，TTTech 是这一模式的鼻祖，目前估值超过 10 亿美元，重要股东包括奥迪、三星电子、英飞凌、安波福等。

4. **硬件代工型：供应商完成硬件代工，剩余均由车企自研。**这一模式首先由特斯拉引入，而后被蔚来，小鹏等新造车势力采用，特斯拉设计域控制器，由广达、和硕代工，蔚来则寻求伟世通和伟创力的支持。
5. **Tier0.5 型：车企深度绑定产业链，力求全栈自研。**这种模式下，车企源于全栈自研能力的需求，或独立旗下零部件公司或与 Tier1 公司合资形成 Tier0.5，比如上汽旗下联创汽车电子、长城旗下诺博科技、吉利旗下亿咖通以及宏景智驾与江淮汽车合资成立域驰智能。

12.3.2 高性能 SoC 芯片是域控制器的核心

随着车辆配置功能逐渐丰富，且算力逐渐向域控制器的集中，域控制器对于高性能 SoC 芯片的依赖日益明显。在智能座舱域，在数年前，搭载有语音系统、地图导航系统、多媒体播放能力的一套座舱娱乐系统已经能获得市场的青睐。而如今，一套高性能的车机不仅仅能实现地图导航、多媒体、语音等基本能力，更需要帮助消费者将爱车转化为车内生活第三空间。在行车中，通过结合智能驾驶辅助的高精地图进行实时的环境渲染、基于 3D 车模的“数字孪生”车辆控制应用需要专用的 GPU 进行加速渲染。在驻车休息中，丰富的车内游戏、大屏观影对 SoC 综合性能也是不小的考验。在智能驾驶域，随着各类型的感知元器件渗透率的提升，对智能驾驶于感知融合算法和硬件算力提出了更高的要求。

此外，芯片的选型与部署往往提前与软件功能的交付，即“硬件预埋，软件迭代”的策略。在这种策略牵引下，车企以及 Tier1 往往会将芯片选型的性能指标设置的要求高于当前软件的实际需求，以确保域控制器有足够的“天花板”空间提供车辆后期操作系统及应用软件等则会随着算法模型不断迭代持续更新，实现软件定义汽车。

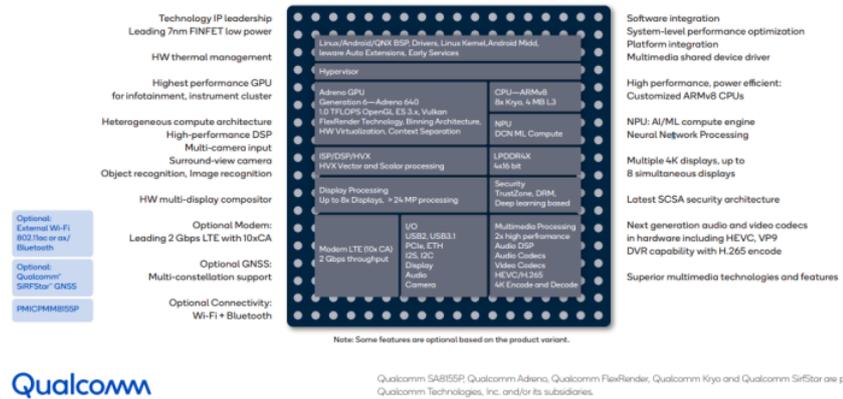
一、智能座舱：消费电子厂商入局，助力车企实现跨域融合，提升体验

高通骁龙 8155，目前智能座舱域的主流 SoC，其为消费级 SoC 高通骁龙 855 的车规级版本，全称为 SA8155P。它是高通第 3 代数字座舱平台的旗舰产品，全称是 SA8155P。采用 7 纳米工艺制造，具有八个核心，算力为 8TOPS（也就是每秒运算 8 万亿次），可以最多支持 6 个摄像头，可以连接 4 块 2K 屏幕或者 3 块 4K 屏幕，支持 Wi-Fi6，支持 5G，支持蓝牙 5.0。相较于前一代产品高通骁龙 820A 有很大性能提升：

1. **工艺制程方面：**制程从 14 纳米升级到 7 纳米，性能提升三倍。
2. **网联能力方面：**Wi-Fi 模块从外挂改为内置，体积发热更小。蓝牙 5.0 带宽相较于 820A 的蓝牙 4.1 带宽增加一倍，达到了 2Mbps。
3. **视频能力方面：**最大像素处理能力与视频编解码能力提升了 1 倍，且增加了神经网络处理器 NPU 的支持 —— 更清晰、更流畅。

部分车企在面对更高要求的智能座舱硬件需求，而下一代 SoC 尚不成熟时，提出了“双 8155”方案，使得域控制器理论性能翻倍。在最新的理想 L9 上，理想搭载了 3 块 3K OLED 屏幕、HUD、21 颗扬声器、6 个阵列式麦克风以及以可支持手势交互的 3D ToF 摄像头，而“双 8155”方案拥有的算力、AI 计算能力能满足 3D 图像和声音的数据分析，而 24GB 内存和 256GB 高速存储则能满足更大量运算数据的暂时存储以及数据的快速读写，让 L9 优秀的智能座舱体验成为可能。

图288: 骁龙 8155 架构



资料来源: 高通、浙商证券研究所

表54: 当前主流搭载高通骁龙 8155 车型整理

车企分类	品牌	车型	备注
长城系	WEY 哈弗	摩卡、玛奇朵、拿铁 H6S、神兽	
吉利系	吉利 领克 极氪 Smart	星越L 领克09、新领克03 极氪001、极氪009、 精灵#1	
上汽系	荣威 名爵 智己 别克	RX5 MAX MG ONE L7 GL8世纪	双 8155
新势力	蔚来 理想 小鹏 零跑	ET5、ET7、ES7 L9、L8、L7 P5、G9、新P7 C01、C11	双 8155

资料来源: 懂车帝、浙商证券研究所

高通骁龙 8295, 5nm 制程, 性能再提升, 旨在跨域融合。高通骁龙 8295 芯片为高通第四代智能座舱芯片, 为 2021 年旗舰消费级芯片骁龙 888 的车规级版本, 其全称为 SA8295P。采用 X1 超大核+3 颗 A78+4 颗 A55 的八核方案, 其 CPU 算力达到了 200k DMIPS, 约为 8155 的两倍。GPU 为 Adreno 690, GPU 算力为 3000 GFLOPS, 相较于 8155 搭载的 Adreno 640 的 1140 GFLOPS 有了巨大的进步。

值得关注的是, 在 NPU 方面, 其 AI 算力方面的能力更是达到了 30TOPS, 已经超过了多款在售的辅助驾驶芯片。如此之高的 AI 算力, 如果仅使用在座舱域的语音识别、DMS 则大材小用了。显而易见的是, 在未来 8295 芯片可为辅助驾驶系统提供算力, 从而实现跨域融合。

高通骁龙 8295 芯片将在明年的车型上陆续量产, 目前已知的为集度汽车首款量产车 ROBO-01 将作为 8295 国内首发。

图289: 高通骁龙 8295



资料来源: 高通、集度、浙商证券研究所

图290: 集度 ROBO-01 概念车



资料来源: 集度、浙商证券研究所

华为麒麟 990A，“卡脖子”下的翻身仗。麒麟 990A，采用的是 8 核 CPU，在大核方面采用了华为的泰山 V120 Lite 内核，小核采用的是 A55，GPU 从 16 核变成 8 核，NPU 方面，采用的是 2 颗 D110+1 颗 D100。由于制裁方面影响，芯片制程据称仅为 28nm，但对于搭载于车机上的芯片而言，功耗体积上的提升可以接受。其 AI 算力为 3.5TOPS，略逊于高通骁龙 8155。当前搭载麒麟 990A 的车型由问界 M5/M5e、M7、阿维塔 11 以及极狐阿尔法 S HI 版本。

AMD 锐龙 Ryzen，凭借特斯拉切入赛道，提升车内游戏性能。2021 年 11 月，特斯拉此前宣布与 AMD 合作，推出其第三代智能座舱域控制器，为 Model X 和 Model S 汽车带来 AMD 的锐龙 APU，特斯拉 CEO 埃隆·马斯克称该车机性能相当于 PS5 游戏机。

其搭载一颗名为“YE180FC3T4MFG”的来自 AMD 定制芯片，与现有 AMD 产品系列都不匹配。其 GPU 为“215-130000026”的 AMD Radeon。根据马斯克透露，其处理能力高达惊人的 10 TFLOPS（等于 10000 GFLOPS），约为高通骁龙 8295 的三倍。同时，基于 x86 架构的 CPU 和 Linux 操作系统，能够运行赛博朋克 2077、巫师 3 等 3A 游戏，甚至未来能够运行办公、邮件等多种桌面级应用，为智能座舱提供了更多想象空间。

二、智能驾驶：硬件预埋，算力内卷

智能驾驶领域，域控制器芯片的算力同样重要，堪称是新时代的“发动机马力”。目前的行业共识是，智能驾驶等级每增加一级，所需要的芯片算力就会呈现十数倍的上升，L2 级智能驾驶的算力需求仅要求 10 TOPS，但是 L3 级智能驾驶算力需求就需要 50 TOPS，到 L4 级需要 100TOPS 以上，L5 级别算力需求则超过 500 TOPS。

图291: 智能驾驶算力演进



资料来源: 电子技术设计、浙商证券研究所

英伟达 DRIVE AGX Orin, 地表最强, 车企疯抢。 Orin 采用最新 7nm 工艺, 整块 SoC 容纳下了 170 亿个晶体管, 并且在软件端集成英伟达下一代 GPU 架构和 Arm Hercules CPU 内核, 以及新的深度学习和计算机视觉加速器, 实现性能较上一代 Xavier 7 倍提升。Orin 旨在处理自动驾驶汽车和机器人中同时运行的大量应用程序和深度神经网络, 同时达到系统安全标准, 例如 ISO 26262 ASIL-D。其 NPU 算力达到了 254 TOPS、CPU 算力 230k DMIPS、GPU 算力 4100 GFLOPS。性能指标均为业内标杆。也因此获得了大量的用户订单。

首当其冲的就是蔚来在 NT2 技术平台 (ES7、ET7、ET5) 上配置的新一代超算平台 Adam。在 Adam 系统中配置了四个 Orin 芯片, 帮助 Adam 实现了超过 1000 TOPS 的算力。通过使用多个系统级芯片, Adam 集成了安全自主运行所需的冗余和多样性。其中两颗作为主控芯片, 负责智能驾驶系统的全栈计算, 包括感知融合校验、多源组合定位、多模态预测和决策。第三个 Orin 用作备用, 以确保系统在任何情况都能实现安全运行。第四个 Orin 可以用于群体智能与个性化训练, 加快智能驾驶系统的总体计划速度, 同时正对不同用户的用车环境进行个性化的本地训练。

图292: 搭载 4*Orin 芯片的蔚来新一代 Adam



资料来源: 蔚来、浙商证券研究所

图293: 蔚来 Adam 性能数据

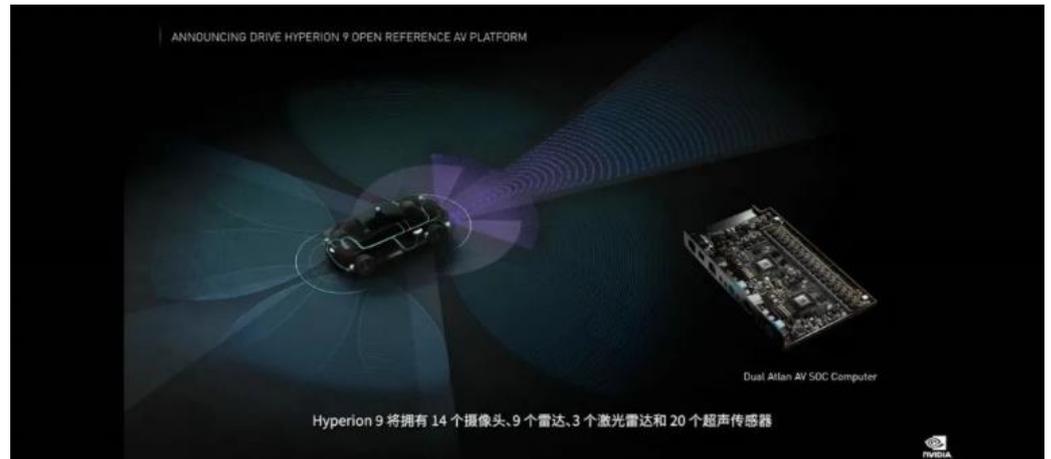


资料来源: 蔚来、浙商证券研究所

除了蔚来, 理想、小鹏也在其最新一代产品上纷纷搭载了 Orin 芯片。其中理想 L9 和小鹏 G9、P7 改款均搭载了两颗 Orin 芯片。此外上汽的 R 和智己、威马 M7、比亚迪、沃尔沃 XC90, 还有自动驾驶卡车公司智加科技, Robotaxi 等众多明星企业 Cruise、Zoox、滴滴、小马智行、AutoX、软件公司 Momonta 等等, 都搭载 Orin 平台进行开发。

英伟达 DRIVE Atlan，发起向 1000TOPS 进军的号角。2022 年 3 月 22 日 GTC 2022 大会上，英伟达发布了新一代自动驾驶平台 Hyperion 9 以及与之配套的自动驾驶芯片 Atlan。Atlan 对现有 Orin 的架构进行了大的变革，将集成 Grace-Next CPU、Ampere-Next GPU 单元，并且集成数据处理单元（DPU）Bluefield，从而协助处理 AI 数据，帮助实现自动驾驶。Atlan 芯片的目标算力将达到 1000 TOPS，预计将于 2025 年交付。

图294： 英伟达 Hyperion 平台



资料来源：英伟达、浙商证券研究所

华为 Ascend 昇腾系列。华为为与极狐共同开发了搭载 ADS 高阶自动驾驶全栈解决方案的极狐阿尔法 S 华为 HI 版车型，搭载华为自动驾驶中央超算域控制器（ADCSC）。同时，华为还向车企推出多款自动驾驶计算平台 MDC，可以搭配多种传感器，适用于更多车型。

华为 MDC 系列有多个版本，适用于车企的非华为全栈解决方案。MDC 目前已经发布了 MDC210、MDC300、MDC610 和 MDC810 四个不同算力等级的产品。其在核心 AI 芯片为华为海思 Ascend 昇腾系列芯片，昇腾 310、昇腾 610 及昇腾 910。包括在华为的几款域控制器中，自动驾驶芯片参数比较明确的只有两款，分别是 MDC300 和 MDC610。

MDC300 的主控 CPU 采用鲲鹏 920S，共有 12 个核心，算力可以达到 150K DMIPS，功耗则为 55W。AI 处理器采用 4 颗昇腾 310 芯片，单颗昇腾 310 的算力能够达到 16TOPS（INT8），整个域控制器的算力达到 64TOPS。

MDC610 的主控 CPU 共有 16 个核心，算力达到 200K DMIPS。AI 处理器采用昇腾 610 AI SoC，算力能够达到 200TOPS（INT8）或 100TFLOPS（FP16）。在量产产品中，属于第一梯队。

图295： 华为昇腾 AI 芯片与鲲鹏 CPU 芯片组成 MDC 的 SoC

智能驾驶涉及到感知、融合、定位、决策、规划、控制等多个环节，不同环节所需算力类型不同。比如激光雷达的点云数据处理需要大量CPU算力，摄像头数据则需要AI算力才能快速处理，在定位、决策、规划、控制等强逻辑处理的环节又需要CPU算力。智能驾驶需要多样化的异构计算能力，MDC平台硬件集成具有CPU与AI计算能力的强大SoC芯片，为智能驾驶提供可扩展的异构算力。



资料来源：华为、浙商证券研究所

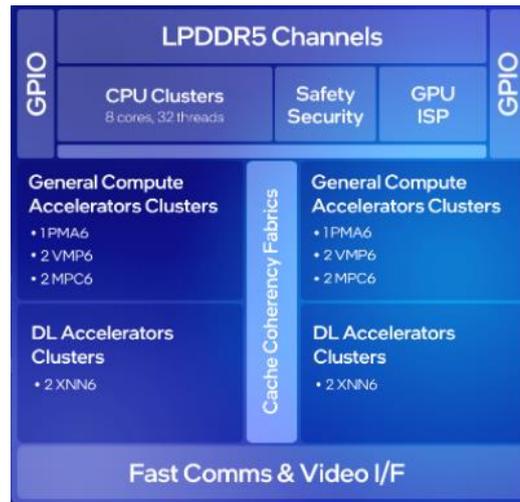
Mobileye EyeQ 系列，视觉方案玩家，新产品期待触底反弹。 Mobileye 曾经占据了智能驾驶芯片行业 7 成的份额。在 2021 年 CES 展会上，英特尔高级副总裁、Mobileye CEO 透露，2020 年 EyeQ 系列芯片出货量达到了 1930 万片。其 EyeQ4 芯片被广泛采用蔚来、理想、小鹏、上汽、广汽、威马等车型上。在 Mobileye 于 2020 年发布了 EyeQ5，采用 7nm 的 FinFET 工艺，算力达到了 24 TOPS，该芯片已经搭载在极氪 001 以及宝马 iX 上。形成强烈反差的是，在 EyeQ4 时代选择 Mobileye 的车企纷纷在 2021 年结束了与之的合作。究其原因正是因为 EyeQ5 无法满足车企对于算力的强烈诉求，以及系统过于黑盒封闭。

2022 年 5 月，Mobileye 发布了其最新的 SoC，EyeQ6 家族，其可分为 EyeQ6L(lite)和 EyeQ6H(High)。

EyeQ6L 重点面向低端市场，旨在支持 L1-L2 级驾驶辅助系统，实现高性能、低功耗和最佳成本效益的完美组合，其 AI 算力为 5 TOPS，功耗仅为 3W。它是一个能够支持所有 Core ADAS 应用的一体式前挡风玻璃解决方案。

EyeQ6H 则面向更高阶智能驾驶市场，EyeQ6H 的计算能力达到之前 EyeQ5H 芯片的 3 倍，约为 50 TOPS，功耗却只增加了 25%。在硬件层面，EyeQ6H 中构建了一个专用的图像信号处理器 (ISP)、一个图形处理单元 (GPU) 和一个视频编码器。同时还开放了内部开发工具，允许客户直接在 SoC 上托管第三方应用程序。因此，EyeQ6H 支持的全环绕摄像头不仅可以用于驾驶辅助功能，还能为人类驾驶员提供视觉辅助功能（如 360 等）。两颗 EyeQ6H 芯片的组合将为下一代 Mobileye SuperVision，可支持 L2+/L3 甚至 L4 功能。

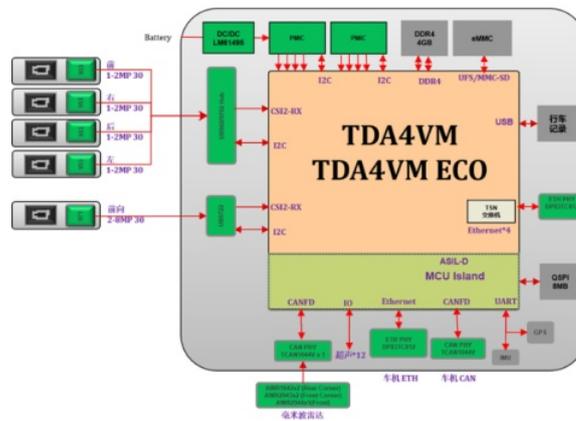
图296: Mobileye EyeQ6H 架构



资料来源: Mobileye、浙商证券研究所

德州仪器 TDA4VM，性能够用，功能完整。TDA4VM 是德州仪器的新一代智能驾驶应用所推出的系列芯片，在性能和功耗方面都有较大提升，可以提供 8TOPS 甚至是更高的深度学习性能。它配有包括 Cortex A72、Cortex R5F、DSP、ISP、深度学习矩阵乘法加速器（MMA）、视觉处理加速器（VPAC）等在内的不同类型处理器，由对应的核或者加速器处理各自擅长的任务，功能完备，让计算平台的效率得以提高。另外值得注意的是，TDA4VM 处理器功耗较低，可使用 5W~20W 的功率执行高性能运算，无需主动冷却。

图297: 德州仪器 TDA4VM ECO



资料来源: 德州仪器、浙商证券研究所

地平线征程系列，国内领军，稳步推进。地平线成立于 2015 年 7 月，是我国唯一实现车规级人工智能芯片前装量产的企业。

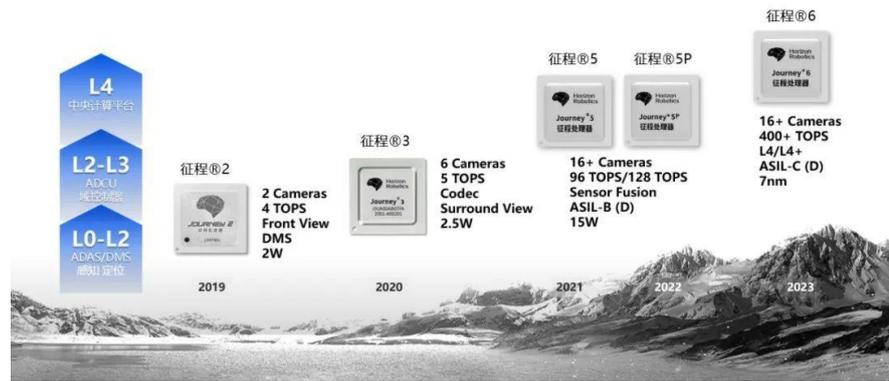
2019 年地平线成功推出车规级 AI 芯片征程 2，满足 AEC-Q100 标准，可提供 4TOPS 等效算力，典型功耗为 2W，支持辅助驾驶、自动驾驶视觉感知、视觉建图定位等智能驾驶环境感知，主要面向 L2 级自动驾驶应用。

2020 年 9 月，地平线再推出征程 3 车规级芯片，算力为 5TOPS，典型功耗为 2.5W，其在原有的 L2 级辅助驾驶基础上，实现了 NOA 导航辅助驾驶的功能，支持 120° 水平视场角，并且支持处理 800 万超高像素图像。需要说明的是，征程 3 的 AI 可实现

422fps 图像处理，等效于 Xavier 的一半处理效果。该芯片搭载于 2021 款理想 ONE，长安 UNI 系列车型等。

2021 年 7 月，地平线正式发布征程 5 芯片，征程 5 是地平线第三代车规级产品，也是国内首颗遵循 ISO 26262 功能安全认证流程开发，并通过 ASIL-B 认证的车载智能芯片；基于最新的地平线 BPU 贝叶斯架构设计，可提供高达 128 TOPS 算力。依托强大异构计算资源，不仅适用于最先进图像感知算法加速，还可支持激光雷达、毫米波雷达等多传感器融合。目前已知理想 L8 车型将搭载征程 5 芯片。

图298：地平线征程系列算力演进



资料来源：地平线、浙商证券研究所

黑芝麻华山系列，国内领军，稳步推进。黑芝麻智能科技成立于 2016 年，是国内领先的车规级自动驾驶芯片和平台开发企业。根据公司官网介绍，公司在武汉、硅谷、上海、成都等地设有研发及销售中心，目前公司规模超过 800 人。

根据黑芝麻官网透露信息，华山二号 A1000 芯片，算力达到 58 TOPS (INT8) 或 116 TOPS (INT4)，适配 L2+及 L3 级别自动驾驶。采用 16nm FFC 工艺，八核 Cortex A55 1.5GHz，典型功耗 18W。

华山二号 A1000L 芯片，算力达到 16 TOPS (INT8) 或 28TOPS (INT4)，适配 L2 及 L2+级别自动驾驶。采用 16nm FFC 工艺，六核 Cortex A55 1.2GHz，典型功耗 15W。算力功耗比大于 5 TOPS/W。

华山二号 A1000Pro 芯片，算力达到 106 TOPS (INT8) 或 196TOPS (INT4)，适配 L3 及 L4 级别自动驾驶。采用 16nm FFC 工艺，十六核 Cortex A55 1.5GHz，典型功耗 25W。芯片满足 AEC-Q100 要求，支持系统 ASIL-D 功能安全设计。支持高阶自动驾驶，包括泊车，城市道路，高速等等，实现多场景无缝衔接。

图299：黑芝麻华山二号 A1000 系统框图



资料来源：黑芝麻、浙商证券研究所

12.4 本土 Tier1 紧跟浪潮，实现业务转型大发展

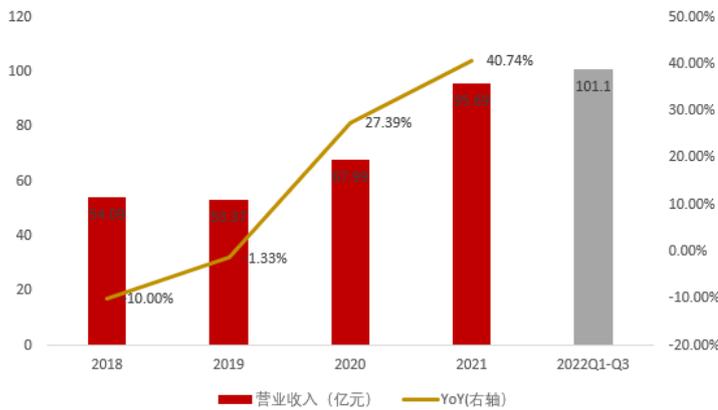
借助智能网联、智能驾驶及智能座舱的浪潮，国内本土 Tier1 实现了赛道切换，并且表现亮眼。本土 Tier1 往往从单个控制器或软件产品研发切入汽车电子赛道，由点及面逐步扩展，最终发展成为软硬一体整体解决方案提供商，占领汽车智能化高地。

12.4.1 德赛西威，中国最大汽车电子企业之一，深耕汽车电子 30 余年

公司成立与 1986 年，聚焦智能座舱、智能驾驶和网联服务三大领域的整合。在智能座舱领域，提供基于自动驾驶德智能关怀和安全高效的乘车体验。通过平台化产品，向客户提供开放，灵活，可迭代的平台化产品。在智能驾驶领域，基于高低速融合的技术概念，提供覆盖从泊车到高速自动驾驶全场景的整体解决方案。在网联服务领域，公司提供安全、定制化的智能汽车网联产品与增值服务。目前公司客户群体包括欧美系车厂、日系车厂以及本土自主品牌车企，主要合作伙伴有大众集团、丰田汽车公司、马自达集团、沃尔沃汽车、一汽集团、上汽集团、吉利汽车、长城汽车、广汽集团、奇瑞汽车、蔚来汽车、小鹏汽车、理想汽车等。

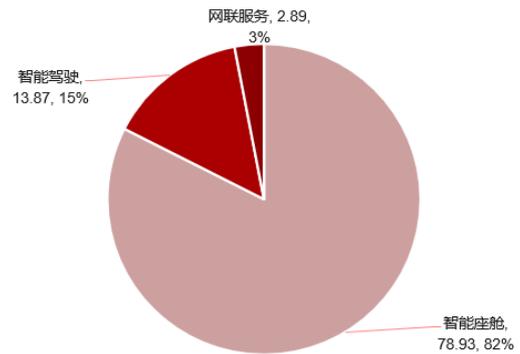
智能座舱板块为德赛西威最大营收来源，并且增长迅速。2021 年公司实现营收 95.69 亿元，同比+40.74%。2022 年前三季度实现营收 101.1 亿元，已超 2021 全年营收。公司最大收入来源为智能座舱业务。2021 年，公司智能座舱板块实现营收 78.93 亿元，同比+33.52%，营收占比为 82.48%。2022 年上半年公司智能座舱板块实现营收 52.44 亿元，与去年同期相比+57.11%，营收占比为 81.84%。同时根据其披露的最新公告，公司第三季度实现了总营收 37.03 亿元，如以智能座舱板块第三季度营收占比 80%进行估算，公司前三季度智能座舱板块将实现营收 84.05 亿元。将超过其 2021 全年智能座舱业务营收。

图300: 德赛西威 2018-2021 年历年营收



资料来源: 公司年报、浙商证券研究所

图301: 德赛西威 2021 年公司主要业务营收 (亿元) 及占比



资料来源: 公司年报、浙商证券研究所

德赛西威第四代座舱平台推进迅速, 已获订单。2022 年 1 月, 公司与高通达成战略合作, 双方将基于高通骁龙 8295 座舱平台, 共同打造德赛西威第四代智能座舱平台。该系统支持领先的多屏联动、音效处理和 AR 等技术, 融合多维交互模式, 可带来丰富的沉浸式交互体验, 以及智能化、场景化的多模态融合体验, 目前该平台已获得用户订单。

图302: 德赛西威智能座舱理念



资料来源: 德赛西威、浙商证券研究所

智能驾驶领域德赛西威与英伟达有长久合作, IPU04 获多个定点。根据英伟达官网显示, 其在全球范围内有 7 家 Tier1 供应商, 德赛西威为中国大陆唯一 Tier1 供应商, 其余 6 家为博世、大陆、采埃孚、法雷奥、伟创力以及广达电脑。2020 年 4 月, 小鹏 P7 上市, 其搭载了德赛西威基于英伟达 Xavier 芯片开发的 IPU03 智能驾驶域控制器。小鹏则基于次硬件平台开发自动驾驶系统 NGP, 并获得广泛好评。2022 年下半年, 德赛西威基于两颗英伟达新一代自动驾驶芯片 Orin 所开发的 IPU04 实现量产, 算力达到了 508 TOPS, 并搭载在理想 L9 及小鹏 G9 上, 目前 IPU04 智能驾驶域控制器平台以获得包括理想、小鹏在内的超过 10 家主流车企的定点。

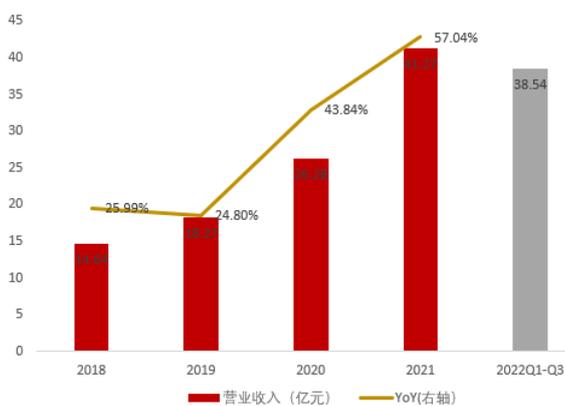
12.4.2 中科创达, 聚焦操作系统软件技术, Android 领域经验丰富

公司于2008年成立，主营业务为操作系统技术，集中资源对 [Android](#)、[Linux](#)、RTOS 以及鸿蒙操作系统以及智能视觉、智能语音、UI引擎和安全相关技术进行持续开发和投入，拥有技术开发和服务能力。公司当前有四种业务模式：

- 1) 软件开发，根据客户需求进行操作系统和专项软件的设计与定制化开发；
- 2) 技术服务，根据客户需求，提供人员进行技术支持、技术咨询、系统维护等服务；
- 3) 软件许可，授权客户使用公司自主拥有的软件产品等知识产权；
- 4) 商品销售，向产业链内各类厂商销售软硬件一体化产品。

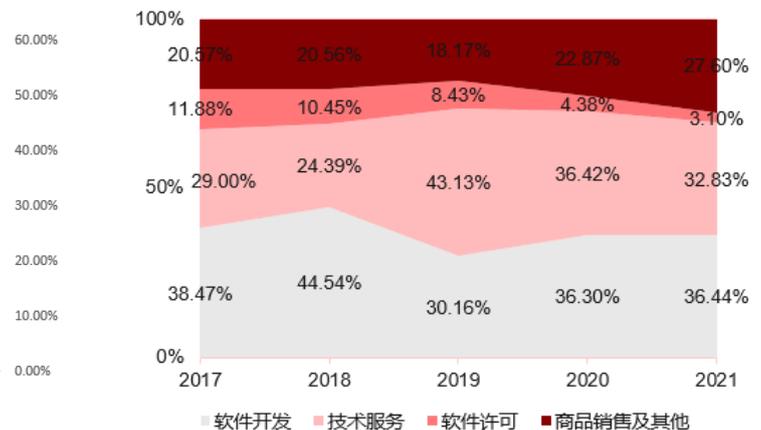
公司总部设在北京，在南京、成都、杭州、西安、大连、沈阳设有研发中心，在硅谷、东京、首尔、台北、上海、深圳等地设有技术支持中心，拥有高通、Intel、微软、索尼、夏普、三星等全球知名厂商为主的客户资源和战略合作伙伴。根据2021年年报，2021年公司实现营业收入41.27亿元，同比+57.04%，实现归属于上市公司股东的净利润6.47亿元，同比+45.96%；扣非归母净利润同比+57.29%。

图303: 中科创达 2018-2021 年历年营收



资料来源：公司年报、浙商证券研究所

图304: 中科创达商品销售及其他业务营收占比增加



资料来源：公司年报、浙商证券研究所

切入域控制器赛道，中科创达不只专注于软件。近年来，公司不断加大软硬一体化解决方案产品研发投入，带动商品销售及其他的营收增长。商品销售及其他的营收占比由2019年的18.17%增长为2021年的27.60%。2021年公司推出 E-Cockpit 4.5 座舱域控制器，可适配高通、瑞萨、NXP 三个主流芯片平台，支持一芯多屏（仪表、中控、副屏、空调座椅屏）多系统（Android、Linux、QNX、INTEGRITY）。中科创达还可提供定制的包括汽车娱乐系统、智能仪表盘、集成驾驶舱、ADAS 和音频产品在内的整体智能驾驶舱软件解决方案。2021年11月，公司成立智能驾驶平台公司，定位在自动驾驶域控制器和新一代中央计算平台（内部称为：新一代CCU），承载公司进军软硬一体方案解决商领军者的目标。

图305: 中科创达 E-Cockpit



资料来源: 中科创达、浙商证券研究所

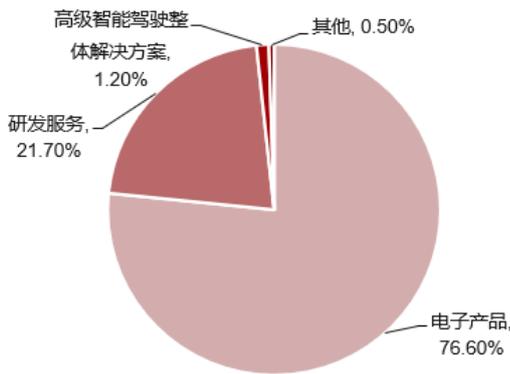
12.4.3 经纬恒润，服务与产品体系完备的综合汽车电子系统服务商

公司成立于 2003 年，从发动机仿真测试设备起家，2006 年成立汽车电子产品业务部门，并在 2015 年切入智能驾驶系统赛道。经过近二十年的发展，逐渐发展为国际一线的综合汽车电子系统服务商。公司总部位于北京，并在天津、南通设立了工厂；在上海，深圳、长春、武汉及成都设有子公司或分公司；在德国慕尼黑及美国密歇根亦有设立机构。公司主营业务为电子产品（包含汽车电子产品以及高端装备电子产品）、研发服务及解决方案业务以及高级别智能驾驶解决方案。三类业务在核心技术、应用场景、客户群体等方面的相互协同，使公司的综合能力得到不断提升，保持良好的客户粘性，促进公司整体的有机增长。智能座舱领域，当前公司已经获得 AR HUD 吉利等多个项目定点。

2022 年 4 月科创板成功上市，经纬恒润业绩保持高增长。2021 年公司实现营收 32.6 亿元，实现归母净利润 1.5 亿元。2022 年上半年，公司实现营收 16.70 亿元，同比+21.24%，归母净利润 1.00 亿元，同比+266.30%，扣非后归母净利润 0.35 亿元，同比+60.94%。2022 年前三季度，公司实现营收 26.96 亿元，同比+28.90%。

Mobileye 为经纬恒润深度合作伙件，前视驾驶辅助搭载率高。经纬恒润主要基于 Mobileye EyeQ 系列芯片深耕前向驾驶辅助领域。硬件方案主要包括纯视觉方案（VO）、1R1V、5R1V。根据佐思汽研数据显示，经纬恒润在自主品牌中占比 16.7%，仅次于第一名的博世，其搭载车型有上汽荣威 RX5、一汽红旗 E-HS9、吉利博越 Pro 等。除了前向驾驶辅助外，经纬恒润也使用包括德州仪器、英飞凌等芯片方案推出了智能驾驶域控制器 ADCU、车载高性能计算平台 HPC 以及泊车控制器，力求全面布局自动驾驶解决方案。当前相关域控制器已有项目定点，产品即将量产。

图306: 经纬恒润 2021 业务营收占比



资料来源: 资本帮、浙商证券研究所

图307: 经纬恒润部分客户



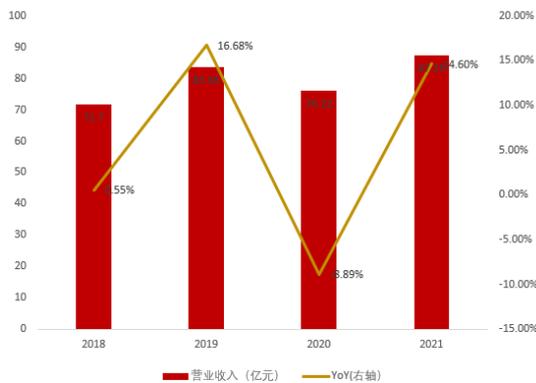
资料来源: 经纬恒润、浙商证券研究所

12.4.4 东软集团, 智能汽车和医疗领军企业

东软集团成立于1991年, 为中国第一家上市软件公司。公司成立于1991年, 公司立足软件创新及应用, 赋能企业实现信息化、数字化、智能化发展。公司当前有四大业务布局, 分为医疗健康及社会保障、智能汽车互联、智慧城市以及企业互联及其他。公司智能汽车业务主要有东软集团和东软睿驰构成, 业务覆盖全面。东软集团本身主要有智能座舱域控制器、信息娱乐系统、HUD、仪表、T-Box等。东软睿驰创立于2015年, 截至2021年底, 东软集团持股32.26%。东软睿驰以软件技术为核心, 聚焦智能网联、自动驾驶、EV动力等领域。业务规模方面, 东软集团建立了与众多国内国际车厂的长期合作, 并构建了以中国、德国、美国、日本、马来西亚为中心的全球产品研发与交付网络。公司产品覆盖60多个国家和地区、国内外主流汽车厂商50多家。

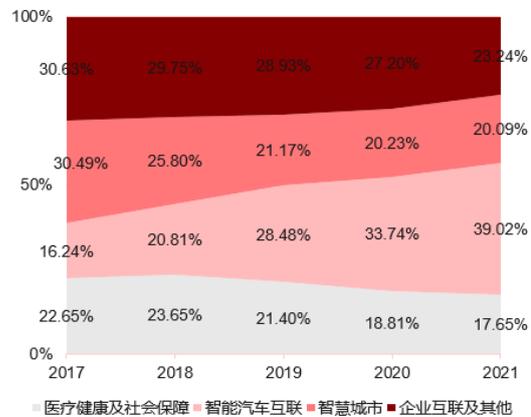
东软集团公司营收稳步增长, 智能汽车业务占比快速提升。公司2021年实现营收87.35亿元, 同比+14.46%。归母净利润11.3亿元, 同比+795.42%; 扣非后归母净利润0.35亿元, 同比+123.33%。公司2018-2021年CAGR值为6.8%, 营收稳步提升。公司在智能汽车互联业务方面营收占比得到快速提升, 2021年达到39.02%, 为公司第一大收入来源。

图308: 东软集团 2018-2021 年历年营收



资料来源: 公司年报、浙商证券研究所

图309: 东软集团四大业务营收占比



资料来源: 公司年报、浙商证券研究所

智能座舱产品矩阵丰富, 通用化域控赋能客户快速部署。公司智能座舱产品谢列丰富, 包含车载信息娱乐系统、智能座舱域控制器、T-Box、全液晶仪表、全球导航方案

OneCoreGo、AR-HUD 等等。根据高工智能汽车研究院数据，东软睿驰在国产做场域控制器供应商中位列第二，占比 10.32%。

公司在智能驾驶领域颇具竞争力。根据高工智能汽车研究院数据，东软睿驰在自动驾驶域控制器研发能力等多个维度位列 2021 年度榜单中排名第一。2021 年东软睿驰发布行泊一体域控制器以及整车通用域控制器等面向 SOA（面向服务的架构）新一代标准化域控制器产品。在传统开发模式下，Tier1 需要定制化硬件及软件，主机厂在部署其应用软件前，还需要大量的适配调试工程工作量。而在标准化域控制器模式下，东软作为 Tier1 提前将完成芯片等内部器件适配，接口调试等工作，使车企智能驾驶等应用软件的快速部署成为可能。

图310: 东软睿驰通用域控制器

图311: 东软集团通用域控制器



资料来源：高工智能汽车、东软集团、浙商证券研究所

资料来源：高工智能汽车、东软集团、浙商证券研究所

12.5 风险提示

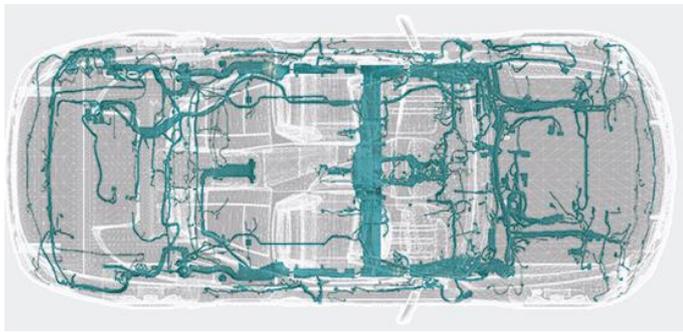
搭载域控制器的智能汽车销量不达预期、整车电子电气架构向集中式转变推进速度不达预期、芯片等关键电子物料紧缺拖累域控制器项目进程

13 线束+连接器：三大趋势引领汽车线束行业再成长，国产替代迎来大机遇

13.1 汽车线束类型与组成

如果将汽车比作一个生命体，那么汽车内部的线束就是汽车的神经与血管。汽车线束是汽车的重要组成部分，承载着汽车动力与信号的传输。汽车线束主要由三部分组成，分别为线缆、包裹材料以及连接器（端子）。具体工艺为：线束厂商讲上游线缆厂商提供的线缆与由铜材等冲制而成的接触件端子压接后，通过塑压绝缘体或者外加金属壳体等，以线束捆扎形成连接电路的组件。

图312: 汽车线束是汽车的血管与神经



资料来源: 莱尼集团官网、浙商证券研究所

图313: 连接器(左)与端子(右)



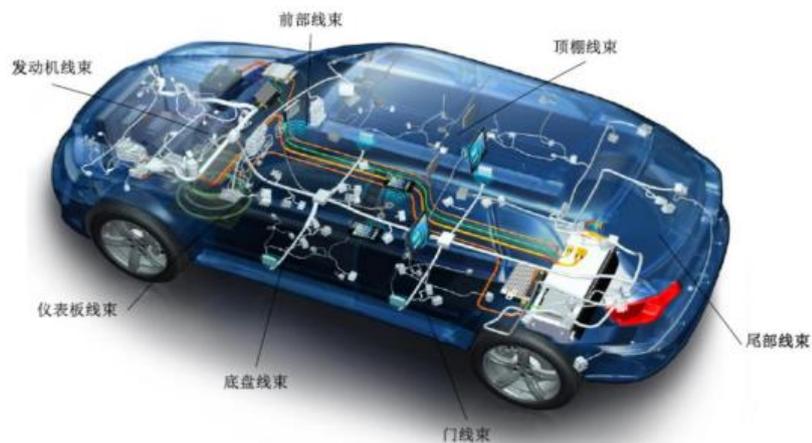
资料来源: 安波福官网、浙商证券研究所

13.1.1 汽车线束分类

按照电压划分: 可分为高压线束和低压线束, 高压线束电压在 300V 及以上, 主要用于新能源车辆的驱动电力传输; 低压线束电压在 60V 以下, 一般车用电压为 12V, 主要用于整车信号的传递。

按照组成划分: 发动机线束、仪表线束、照明线束、空调线束以及辅助电器线束等。

图314: 各类线束在汽车上使用情况



资料来源: 卡倍亿招股说明书、浙商证券研究所

按照标准划分: 汽车线束根据导线标准分为国标、日标、德标、美标等。其中德标是德国工业标准的简称, 主要包括: DIN72550、DIN72551、DIN76772。德标导线绝缘皮薄, 柔韧性好。由于我国汽车行业的历史特殊性, 我国各汽车公司主要参考的还是德标。

按照用途划分: 可分为普通导线、双绞线和屏蔽线等。双绞线原理是: 若外界电磁信号在两条导线上产生的干扰大小相等且相位相反, 这个干扰信号就会相互抵消。双绞线是消除干扰最简单的一种方式, 在一些要求不是很严格的情况下可以使用双绞线, 但在重要的地方, 比如安全气囊传感器回路等需要用到屏蔽线。

13.1.2 汽车线束特性要求

汽车线束除了本身的性能要求外，由于其工作运行环境复杂，如发动机线束需要抵御发动机舱高温震动环境；车门线束需要有足够的弯折次数保证车门部件的正常工作。不同的环境要求线束拥有不同的特性，主要可以归纳为以下四类特性：

耐热性：根据线束导线的工作环境温度，选用不同耐温等级的电线。乘客舱的电线可选用耐温等级为 90℃的导线；发动机舱线束可选择耐温等级为 180℃的导线；横穿上述两个区域的导线应选用耐温等级同时满足两个区域温度要求的导线，可以通过温度场获得该区域的耐温要求，再从各导线耐温等级确定选用的导线类型。

耐磨性：导线本身就应该具备防止配线部位由于磨损而引起的绝缘体损坏、漏电。在设计时，导线应尽量避免与容易发生震动的零件接触，以防止线束发生磨损、断裂。如不可避免，可采用包裹胶带或者外加波纹管。

阻燃性：阻燃性是指零件在着火后将燃烧时间、范围控制在一定范围内的规定。

弯折性：要求具有弯曲性的零件的反复弯曲性。零件的弯曲程度、允许弯曲次数、环境温度要根据使用情况来设定。如车门用的胶套要求达到 180° / 10 万次 / -30~80℃。

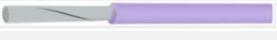
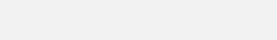
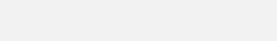
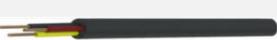
13.1.3 汽车线束的三大组成部分

一、线缆

汽车线缆为汽车线束最重要组成部分，其可分为常规线缆和特殊线缆。常规线缆主要包括 PVC 抵押线缆及交联高温线缆，主要区别为绝缘材料，交联高温线缆使用交联聚乙烯为绝缘材料，拥有更好的耐高温、耐磨损性能。

特殊线缆包括铝线缆、对绞线缆、屏蔽线缆、硅橡胶线缆、多芯护套线缆、同轴线缆、数据传输线缆、充电线缆等，特殊线缆中的硅橡胶线缆、充电线缆等为主要应用于新能源汽车的电缆。线缆是汽车线束中占比最高的部分，汽车线束的重量组成 75%-80%是汽车线缆。

表55: 汽车线缆主要类型及特点

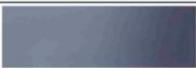
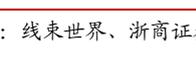
线缆名称	应用领域	性能特点	示例图片
常规线缆	一般用于汽车仪表、电机控制器、电子设备等、传输电流及控制信号	外径小、易安装、耐高温、耐磨损等	
铝线缆	一般用于传统电瓶连接线,用于传输电流,主要用于传统汽车发动机舱、蓄电池间以传输大功率电流	重量轻、节能减排,且成本远低于铜导体	
对绞线缆	一般用于 CAN-BUS 数据总线,主要用于汽车内传感器和控制单元,实现信息实时传输	能够减少外界电磁干扰、弯曲性好	
屏蔽线缆	一般用于通讯、音视频、仪表和电子设备及自动化装置等有电磁兼容要求的线路连接	通过添加屏蔽层实现线路对外界电磁信号的屏蔽,满足电磁兼容性要求	
硅橡胶线缆	一般用于电动汽车内部充放电系统高压电源的连接,用于传输电流	具有优良的耐高温、耐高压、柔软弯曲、有意的电磁兼容性能	
多芯护套线缆	一般用于汽车控制部件的连接,用于信息共享、数据信号控制等功能	具有多信号传输和可承受反复弯曲及扭曲的特点	
同轴线缆	一般用于高频数字、移动通信、GPS、无线广播等信号传输	优异的耐高温、耐弯折性能、信号高速传输性及电磁兼容性	
数据传输线缆	一般用于高速数字信号传输,可广泛应用于摄像系统、USB 等	具有使用灵活、传输性能优越等特性	
充电线缆	一般用于新能源电动汽车充电系统与外部电源的连接,用于动力电源传输和控制信号传输	具有优良的耐高低温、耐紫外线、耐磨及柔软弯曲等性能	

资料来源: 卡倍亿招股说明书、浙商证券研究所

二、包裹材料

线束布置与车身各个部位,作业环境迥异,所以包裹材料对车辆线束得保护变得尤其重要。常见得包裹材料包括波纹管、布基胶带、绒布胶带、PVC 套管、海绵条等等。部分包裹材料由线束厂商完成安装保护,还有部分则是在汽车制造商工厂汽车总装时进行包裹保护。

图315: 常用包裹材料类型

包裹材料	产品实物	性能
PVC 胶带		PVC 胶带主要为 PVC, 伏贴性佳, 耐温 105°C 左右, 耐磨和降噪性一般
绒布胶带		绒布胶带材料主要为 PET, 耐温 105°C 左右, 有良好的降噪性, 耐磨普通, 手撕性极佳
布基胶带		布基胶带材料主要为 PET, 耐温 150°C 左右, 降噪性普通, 耐磨、耐温性好, 可手撕
波纹管		材料主要为 PA(尼龙 6)、PE(聚乙烯)、PP(聚丙烯)等, PA 材质耐温 -40~125°C, PE 材质耐温 -40~85°C, PP 材质耐温 -30~105°C, 具有柔韧性、弯曲性好、耐磨等特点
铝箔玻纤布		材料主要为铝箔玻纤, 模切加工性能优秀, 耐温 150°C 左右, 耐温性好, 可降低热辐射源对线束的影响
PVC 套管		PVC 套管主要为 PVC, 其柔软性和耐弯曲变形性能好, 耐温 80°C 以下, 主要用于在室内线束分支弯折较大的部位
编织套管		主要为 PA66, 耐温 -40~150°C, 具有良好的耐磨性、耐温性, 该产品具有良好的散热性, 便于线束松散包裹, 提高线束主杆的柔软性
海绵条		材料主要为 PE, 以 PE 为基层, 使用丙烯酸作为胶粘剂, 有优秀的降噪性能

资料来源: 线束世界、浙商证券研究所

图316: 包裹材料使用场景

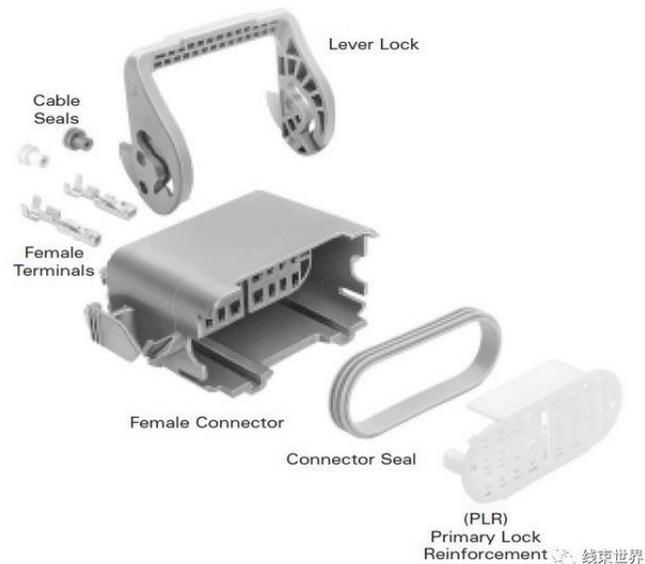
整车的区域	区域环境	线束包裹材料选择要求	常用材料
发动机舱(发动机本体上)	温度一般在 -40~120°C, 发动机上的工作环境复杂, 存在高温、震动、有油污等	需要考虑耐高温性、高阻燃性、机械强度高、抗磨损、耐腐蚀的包裹材料	波纹管、布基胶带、铝箔玻纤布胶带、编织套管等
发动机舱(非发动机本体)	温度一般在 -40~85°C, 发动机舱的布置空间较小, 局部存在振动区	需要考虑耐高温性、高阻燃性、抗磨损的包裹材料	波纹管、布基胶带、铝箔玻纤布胶带、耐高温的 PVC 胶带、编织套管等
仪表板区	温度一般在 -40~65°C, 空间较小, 环境较好	要求良好的降噪性、不易磨损、无有害挥发物质和阻燃	绒布胶带、布基胶带、局部波纹管 and PVC 套管
车门区	温度一般在 -40~65°C, 空间较小, 环境较好, 存在干湿度	要求良好的降噪性、不易磨损、无有害挥发物质和阻燃	绒布胶带、布基胶带、海绵条、PVC 胶带
顶棚区	温度一般在 -40~65°C, 空间较小, 环境较好	要求良好的降噪性、不易磨损、无有害挥发物质和阻燃	绒布胶带、布基胶带、海绵条、PVC 胶带
驾驶室室内	温度一般在 -40~65°C, 空间较小, 环境较好	要求良好的降噪性、不易磨损、无有害挥发物质和阻燃	布基胶带、PVC 胶带、PVC 套管、波纹管
底盘下部	工作环境较复杂, 存在运动区域	需要考虑高阻燃性、机械强度高、抗磨损、耐腐蚀的包裹材料	波纹管、布基胶带、PVC 胶带、PVC 套管

资料来源: 线束世界、浙商证券研究所

三、连接器

连接器也常被称作接插件。连接器可以类比为日常生活中的插头与插座，连接器分公连接器与母连接器。连接器由壳体、固定架、密封件与端子组成。

图317: 连接器爆炸图



资料来源：线束世界、浙商证券研究所

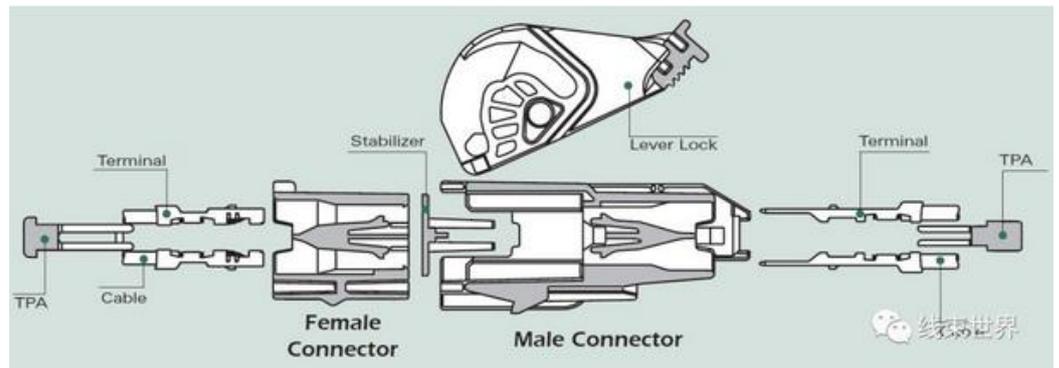
壳体：主要为塑料材质，汽车连接器的外罩，它为内装的绝缘安装板和插针提供机械保护，并提供插头和插座插合时的对准，进而将连接器固定到设备上。

固定架：主要为塑料材质，作用是使端子按所需要的位置和间距排列，并保证端子之间和端子与外壳之间的绝缘性能。良好的绝缘电阻、耐电压性能以及易加工性是选择绝缘材料加工成绝缘体的基本要求。

密封件：主要为橡胶材质，可分为密封圈，密封垫等，用来保证接插件内部防水防尘等要求。现在很多汽车制造商会选择 IP67 要求来确保连接器的密闭性能。

端子：端子安装在线缆末端，线缆在剥开裸露后，通过压接的形式与端子进行固定。压接可以保证端子与线缆的稳定接触以及拥有足够抗拉强度。安装完端子后的线缆会按照功能设计，数根为一股一起汇总到相应的连接器上。连接器上一般会有一定数量的孔位，端子插入相应孔位通过固定架进行固定。公连接器内的端子为刚性零件，其形状为圆柱形（圆插针）、方柱形（方插针）或扁平形（插片）。端子材料一般由黄铜、磷青铜制成。母连接器内端子为插孔，依靠弹性机构与插针接触时发生的弹性形变与公连接器端子插针行车紧密接触。插孔的种类结构有很多有圆筒型（劈槽、缩口）、音叉型、悬臂梁型（纵向开槽）、折迭型（纵向开槽,9 字形）、盒形（方插孔）以及双曲面线簧插孔等。

图318: 公连接器与母连接器结构



资料来源: 线束世界、浙商证券研究所

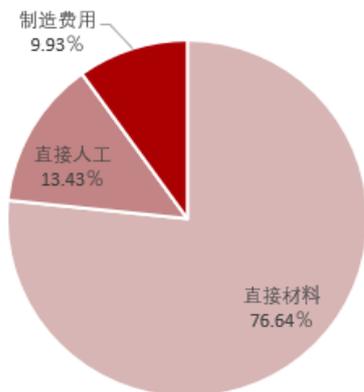
13.2 汽车线束成本构成

13.2.1 材料成本占成本比重最高, 人工成本其次

从上游行业来看, 汽车线束行业生产原材料主要为导线、端子、护套、密封件等物品, 涉及铜材、橡胶、塑料等材质, 价格主要由铜材、石油、天然橡胶及其他化工材料等商品的市场价格决定。根据沪光股份 2021 年年报, 直接材料成本占成本比重最高, 达到了 76.64%。

汽车线束行业属于典型的劳动密集型产业, 在线束制造过程中需要大量人工进行插植、布线、包胶、轧带等流水线操作。所以线束行业人工成本占比较高, 根据沪光股份 2021 年年报, 线束的直接人工费用占比为 13.43%。

图319: 直接材料费用占成本比重最高



资料来源: 沪光股份 2021 年年报、浙商证券研究所

图320: 汽车线束流水线



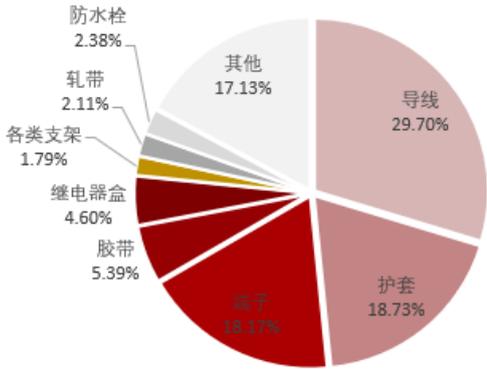
资料来源: 季华实验室、浙商证券研究所

13.2.2 线缆成本占比最高, 其核心为铜材料

在所有原材料中, 线缆(导线)、护套、端子占比分别位列前三。根据沪光股份招股说明书数据显示, 在 2019 年, 线缆、护套、端子分别占公司总采购额的 29.70%、18.73%、18.17%。2017 年度、2018 年度及 2019 年度, 沪光股份采购导线、端子、护套合计占总采购比重为 65.66%、64.78% 及 66.60%, 前三大原材料采购比例较为稳定。

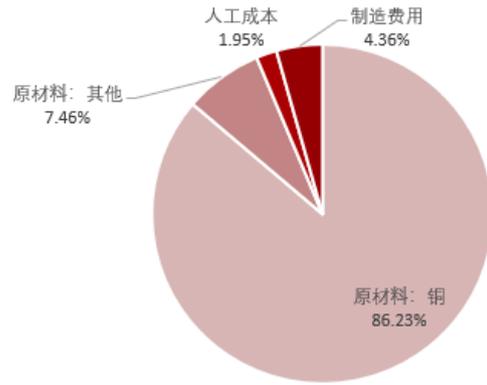
线缆的核心材料为铜, 故铜材料成本为构成线缆成本的绝对主力, 主要为铜杆和铜丝。同材料占到线缆厂商主营业务成本的 80% 以上。根据线缆制造商卡倍亿招股说明书数据, 2019 年该公司原材料成本占主营业务成本的 93.69%, 其中铜材料成本占比为 86.23%。

图321: 各线束原材料占采购总额比例



资料来源: 沪光股份招股说明书、浙商证券研究所

图322: 铜材料成本为线缆成本构成主力



资料来源: 卡倍亿招股说明书、浙商证券研究所

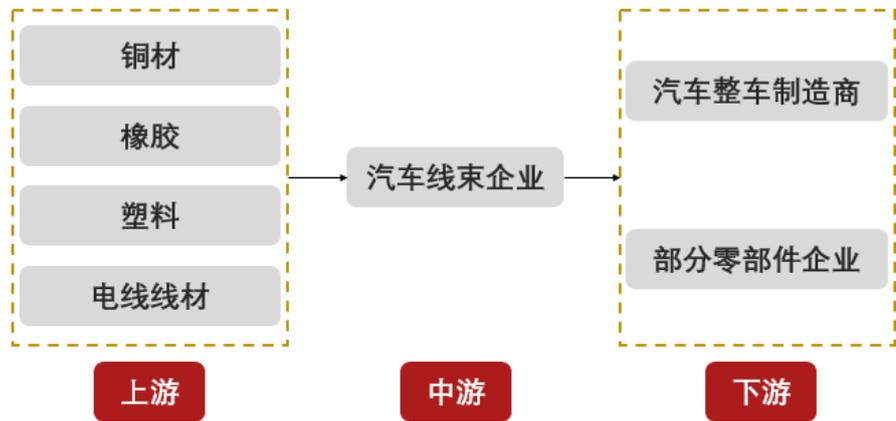
13.3 汽车线束市场格局

13.3.1 线束行业上下游

汽车线束属于汽车零部件，在整个汽车产业链中处于中游，其上游为铜材、橡胶、化工产品等，下游为整车制造商及部分零部件配套供应商。线束生产原材料主要为导线、端子、护套等物品，涉及材料主要为铜材、橡胶、塑料等。

下游主要以国内外汽车整车制造商为主，部分零部件配套供应商为辅。整车厂商在价格博弈中拥有较强的谈判能力；零部件配套供应商主要为与整车制造商上期合作的一级供应商。

图323: 汽车线束行业上下游关联性



资料来源: 沪光股份招股说明书、浙商证券研究所

13.3.2 线束行业集中度高，国产替代成为趋势

汽车线束传递车辆信号、动力，是汽车整车运行的关键零部件。整车制造商尤其是国际知名品牌通常实行高标准、严要求的供应商质量管理，所以供应商体系相对来说较为封闭。

表56: 汽车线束行业壁垒

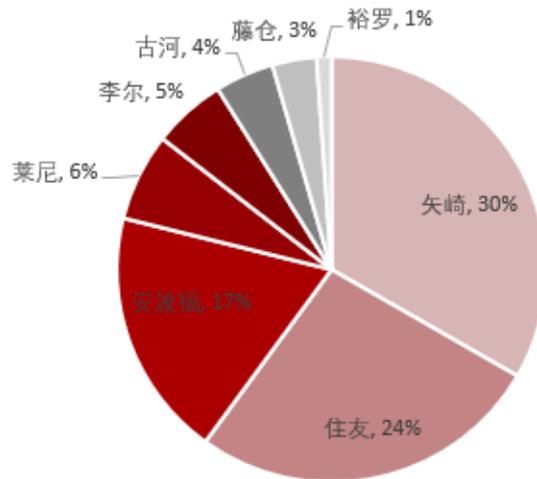
壁垒	壁垒详述
资质壁垒	需要达到 IATF16949 质量管理体系认证及整车厂在质量、开发周期、财务管理等方面的特殊要求。在生产前还需要履行 APQP、PPAP, 并经过产品装机考核, 上述认证成本较高, 过程复杂, 一般需要 1-3 年才能完成。
技术壁垒	汽车线束既要传输电信号, 也要保证电路可靠性, 在研发、生产、质量等方面有着较高要求。个性化多元化趋势以及新能源趋势要求汽车线束企业的研发能力、新材料技术储备、生产工艺及产品质量提出更高要求。
资金壁垒	汽车线束企业需要购建足量厂房和先进的高端设备以满足产品产能、质量等要求, 且在日常经营过程中还需要维持必要的原材料及产品库存, 资金需求较高, 对新进入的竞争者形成较高的资金门槛。
管理壁垒	汽车零部件生产具有多品种、小批量、多批次、大规模等特点, 在上述特点下, 汽车线束企业需在原材料采购、生产加工、市场开拓等方面加强综合管理、提高运营效率, 以应对库存及经营风险。

资料来源: 沪光股份招股说明书、浙商证券研究所

少数外资及合资汽车线束企业长时间占据了绝大部分的市场份额, 形成了汽车线束行业寡头竞争的局面, 主要以德国的莱尼、德科斯米尔、科洛普, 日本的矢崎、住友电气、古河、藤仓以及美国的李尔、安波福等知名汽车零部件企业及其合资厂商为代表。2021 年全球汽车线束行业 CR3 为 71%, 前三大分别为矢崎、住友以及安波福。

就国内市场而言, 大型自主品牌车厂大多拥有稳定配套生产的本土线束厂。随着自主品牌崛起, 国内也涌现了一批如沪光股份、上海金亭、河南天海等自主线束企业。这些优质的本土企业通过长期积累的产品技术和同步开发经验, 整体实力显著增强。自主品牌近年来逐渐蚕食传统合资车企市场份额, 驱使合资品牌对于成本控制的愈发重视, 国产线束企业逐渐进入合资汽车品牌供应商体系, 我们预计汽车线束的国产替代趋势将快速到来。

图324: 2021 全球汽车线束企业市场份额



资料来源: 华经产业研究院、浙商证券研究所

13.3.3 线束行业市场规模将破千亿

新能源普及, 线束单车价值量提升, 市场规模将破千亿。线束价格方面, 传统燃油车主要搭载低压线束。在低档汽车、中档汽车、高档汽车线束平均价格分别为 2500 元、3500 元以及 5000 元左右; 新能源车由于新增高压线束, 目前线束平均价格 5000 元左右。

表57: 传统车用线束与新能源车用线束价格对比

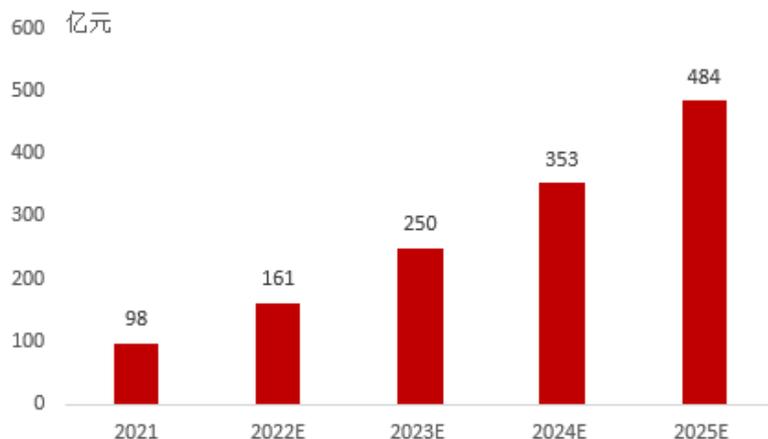
类型		主要用途	线束瓶颈售价(元)
传统车用线束	低压线束为主	低档传统乘用车(10万元车型)	2000-2500
		中档传统乘用车(20万元车型)	3000
		高档传统乘用车	5000-6000
新能源车用线束	低压线束		2500
	高压线束	高压连接器	700-3500
		交联聚乙烯绝缘电缆	800
		硅橡胶电缆	1000
		交流充电插座	200/个
		直流充电插座	300-400/个

资料来源: 华经产业研究院、商证券研究所

根据中汽协预测, 2025年, 中国汽车销量预计为3000万辆。如果按照2025年新能源车50%渗透率测算, 即传统燃油车、新能源车各1500万台。假设2025年传统燃油车随着智能化配置提升, 低压线束平均单车价值量为3000元水平; 新能源渗透率提升, 新能源高低压线束平均单车价值量维持5000元左右, 则2025年中国汽车线束市场规模将达到1200亿元, 其中传统车用低压线束450亿元, 新能源车用高低压线束750亿元。

新能源车载连接器长期增量空间广阔。国外每辆车用到的连接器成本大约在125美元-150美元, 而国内每辆汽车平均用到的连接器成本仅有几百元, 随着中国新能源汽车发展, 中国汽车连接器市场还有较大的增长空间。预计未来受到新能源汽车不断发展的影响, 市场规模将保持增长, 2021年新能源汽车连接器市场规模达98亿元, 2025年将达484亿元。

图325: 中国新能源连接器市场预测



资料来源: 中商产业研究院、浙商证券研究所

13.3.4 线束行业主要玩家

矢崎总业株式会社 (YAZAKI Corporation) 日本矢崎总业株式会社成立于1941年, 是一家生产汽车线束的跨国公司, 在全球35个国家设有150多家分支机构, 产品涵盖电气分配系统、电子元件、仪表、连接件领域, 主要客户包括丰田、本田、日产、通用等。

住友电气工业株式会社 (Sumitomo) 住友电气工业株式会社总部位于日本大阪市，是全球电线电缆、线束系统、光电子器件产品供应商，在超过 40 个国家开展事业，线束业务客户包括大众、本田、丰田、日产等。旗下的住友电气波德耐兹欧洲股份公司与上海金亭汽车线束有限公司成立合资公司苏州波特尼电气系统有限公司，为大众合资品牌供货。

安波福有限公司 (Aptiv PLC) 安波福有限公司原名德尔福汽车公司 (Delphi Automotive PLC)，是全球性的汽车零部件制造商，为全球汽车市场提供电子/电器架构、动力总成系统、保险装置和热工艺解决方案，主要客户包括通用汽车、福特、德国大众等。

莱尼集团 (Leoni Corporation) 德国莱尼集团总部位于德国纽伦堡，是世界范围内知名的电气线缆、线束系统供应商之一。德国莱尼集团在汽车线束领域有着丰富的经验，为克莱斯勒、奥迪、保时捷、德国宝马等国际知名汽车整车厂商提供服务。

李尔 (Lear) 李尔公司于 1917 年在美国底特律创立，是全球汽车座椅和电子电气技术供应商。公司拥有全面的座椅纵向整合能力，产品涵盖金属骨架、发泡、织物及皮革面料等各个座椅组件，为汽车产业提供高品质的座椅。李尔也是全球为数不多的整车电子及电气系统架构供应商，能够为传统电气架构和高功率及混合动力系统提供完整的配电系统。其产品及服务覆盖了全球所有的主要汽车制造商，应用于 400 多个品牌的汽车。

古河 (Furukawa Electric) 日本古河电气工业成立于 1896 年，总部位于日本东京。公司以“金属”、“塑料”、“光”、“高频电子”这 4 项技术为核心，在信息通信、能源、汽车、电子零部件、建设和建筑、新事业及开发产品等六个事业领域，开发出丰富多彩的产品。

藤仓 (Fujikura) 日本藤仓自 1885 年创业以来，利用电线、电缆的研究、开发、创造所培养出来的连接技术，在能源、信息通信、电子、汽车电装 4 个事业领域为客户提供高可靠性的产品和服务。

裕罗 (Yura Corporation) 裕罗公司作为制造汽车配线系统的汽车线束公司，是一家设计开发 ICU 等各种电器控制产品的专门电器产品企业。自 2002 年挺进中国市场之后，裕罗公司打开了全球经营的篇章。发展的脚步踏遍了欧洲，北美，亚洲等世界各国。现在在国内外 14 个国家拥有 20 个法人企业 46 座工厂。

科仓伯格舒伯特公司 (Kromberg & Schubert Group) 科仓伯格舒伯特公司是德国专业生产线束和汽车连接器的制造商之一，经营时间超过 110 年，在全球拥有 40 多处分支机构及超过 48,000 名员工。科仓伯格舒伯特公司在东亚的子公司 Kromberg Schubert Eastern Asia AG 在中国与深圳市得润电子股份有限公司、科博达技术股份有限公司分别成立合资公司，为国内汽车市场提供线束产品及服务。

德科斯米尔集团 (Draxlmaier Group) 德科斯米尔集团总部位于德国菲尔斯比堡镇，在全球 20 多个国家设有 60 多处分支机构，从事现代汽车线束系统、品牌专属内饰产品以及电子元件的研发和生产，并始终专注于高档汽车领域，主要客户有奥迪、宝马、奔驰、保时捷、大众等。

上海金亭汽车线束有限公司 上海金亭汽车线束有限公司成立于 1997 年，是一家具有研发、生产、试验、检测及销售等综合能力的汽车线束生产企业，主要客户包括上汽通用、上汽大众、沃尔沃等汽车厂商以及康明斯、延峰江森、伟世通等汽车零部件厂商，2015 年 7 月被江苏永鼎股份有限公司收购，成为其全资子公司。2017 年上海金亭实现营业收入为 10.27 亿元。

河南天海电器有限公司 河南天海电器有限公司始建于1969年成立的鹤壁市汽车电器厂。河南天海电器有限公司主要从事汽车连接器、汽车线束、汽车电子产品的研发、生产及销售，主要客户包括比亚迪、北汽福田、东风汽车等。

13.4 新趋势驱动线束行业新发展

13.4.1 电动化趋势，驱动高压线束需求提升

一、新能源汽车扩张，高压线束为新能源汽车关键部件

从2009年国内推出“十城千辆”计划，展开新能源汽车试点工作至今，中国新能源汽车产业经过十余年发展，从无到有，从弱到强。新能源汽车帮助中国汽车工业对世界汽车工业强国实现弯道超车。根据中汽协数据，2022年全年，新能源汽车产销分别达到705.8万辆和688.7万辆，同比增长96.9%和93.4%，市场占有率达到25.6%。产销量连续八年保持世界第一。

图326： 2013-2022年新能源汽车销量及增长率



资料来源：中国汽车工业协会、浙商证券研究所

汽车电动化成为汽车未来发展主流的同时，也将助力能源高压线束的发展。无论纯电动新能源汽车还是混合动力新能源汽车，新能源汽车都需要各类高压线束。有别于传统燃油车使用的12V电压，新能源汽车动力电池的工作电压可达到400V甚至更高的600V、800V，所以需要高压线束将动力电池的电力传向用电设备。从具体应用来看，高压线束一般分为动力电池高压线束、电机控制器高压线束、快充插座线束、慢充插座线束、空调系统线束及充电高压线束五大类。随着新能源汽车的不断渗透，市场对于高压线束的需求不断提升。

二、高压线束相比低压线束，要求高且结构复杂

高压线束由于其运行特殊性，对线缆要求较高，具有高电压、高密封、高耐热、抗干扰、高耐久等要求。

表58: 高压线束线缆特点

高压线束线缆特点	特点详述
高电压	车辆动力电池额定电压通常在 300V 以上, 甚至某些车辆达到 600V 以上, 要求线束组件的绝缘材料具有更高的耐电压能力。
高密封	如母线输出连接器, 位置较低, 需直面水和灰尘的侵蚀, 要求有更高的防护等级。连接器防护等级一般要求 IP67, 部分特殊部位要求 IP6K9K。
高耐热	车辆大电流运行时, 焦耳效应会产生热量, 导致线束自身及周边的温度上升, 要求线束具有更好的耐热性能。高压线束耐热性能通常要达到 125℃, 甚至更高。
高耐久	高压线束应具有耐温、耐候、耐腐蚀、耐振动以及电缆耐刮磨等性能, 并具备较大的安全余量和连接寿命, 保证车辆可长期可靠运行。
抗干扰	电动汽车运行时, 反复变化的电器负荷与系统中大量采用的变频技术, 造成线束电压、电流和频率的剧烈波动, 产生较大的电磁干扰。通常高压连接器均为 360°屏蔽, 高压电缆均选用屏蔽电缆。

资料来源: 线束世界、浙商证券研究所

三、800V 高压平台处于发展前夜

消费者对于电动汽车“里程焦虑”的本质是对电动汽车充电慢、充电不方便等诸多使用不便的情感外化体现。提高快充充电功率的方式有两种：**加大充电电流和提高充电电压**。

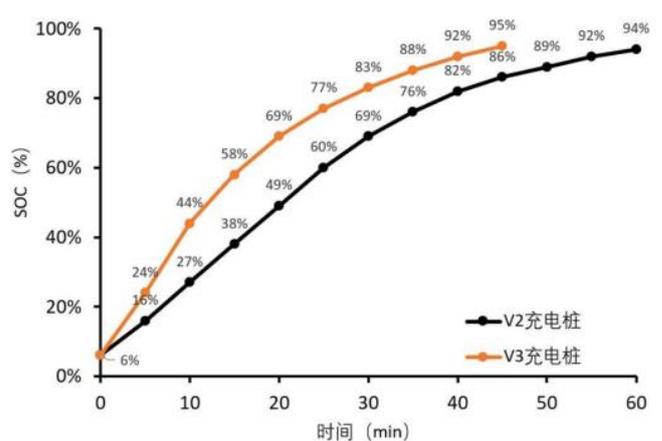
大电流方案已到瓶颈，对于直流快充桩而言，在不适用冷却装置的前提下，一般的极限电流为 250A，在 400V 电压平台下，对应的极限功率为 100kW。若要进一步提升电流则需要设计冷却装置以控制充电中大电流造成的发热问题。目前特斯拉 V3 超级充电桩，要实现 250kW 的功率，充电电流高达 600A，但也仅仅在 5%-27% 的小范围实现了全功率充电，因此，大电流方案目前已经达到了技术瓶颈。

图327: 特斯拉 V3 超级充电桩只能在初始阶段达到最大功率



资料来源: 38号车评中心、浙商证券研究所

图328: 特斯拉 V2/V3 快充速率曲线



资料来源: 42号车库、浙商证券研究所

2022 年为 800V 高压技术元年。目前比亚迪 E3.0 平台、保时捷 Taycan 以及小鹏 G9 等车型已经搭载 800V 平台。此外广汽埃安、长城汽车、阿维塔、理想、零跑等车企都在布局 800V 高压充电技术。

800V 平台将需要汽车连接器技术升级。随着 400V 向 800V 的逐渐切换，高压连接器面临重新选型。电压提升对连接器的机械性能、电气性能以及环境性能方面提出了更高的可靠性要求。国内整车 800V 平台发展迅速，将为国产供应商替代带来机遇。

表59: 连接器可靠性要求

性能维度	具体指标	指标描述
机械性能	插拔力	插拔力分为插入力和拔出力，一般插入力要小，分离力稍大，保证连接的可靠性
	锁紧装置	在振动的环境中，可以稳定地保持紧密地插紧，保证连接的可靠性
	寿命	机械寿命以一次插入和一次拔出为一个循环，在一定寿命循环后，仍然保持较低的接触电阻
电气性能	接触电阻	质量较好的连接器需要具有较低的接触电阻，而且需要较为稳定
	绝缘电阻	中间导电材料与外界的绝缘性能
	介电强度	在高电压的冲击下，也能稳定地保证端子的绝缘
	电磁屏蔽	能够有效地防止外界电磁辐射干扰或者避免自身电磁干扰外界
环境性能	耐高低温	特别是在大电流的条件下，可以承受较大的热量冲击
	耐盐雾	在盐雾腐蚀环境，仍然具有很好地耐久性
	防护等级	可以长久有效地防止外界灰尘、水分进入连接器而影响接线端子性能
	密封性能	存在密封性要求的环境下，可以稳定地保证接线端子的密封

资料来源：长江连接器、浙商证券研究所

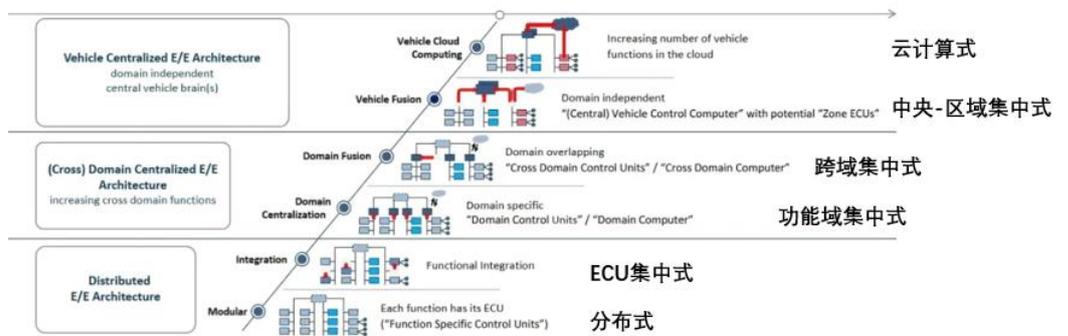
13.4.2 智能化趋势，对高带宽线束需求提升

一、智能化配置渗透，电子电气架构转变

随着汽车智能化的发展，汽车逐渐从简单的交通工具向“第三生活空间”转变。车辆搭载的电子设备越来越多。传统分布式的电子电气架构难以适应汽车智能化发展趋势，集中式电子电气架构被推上历史舞台。

在集中式电子电气架构中，各个 ECU 模块根据划分进行整合“打包处理”，形成数个域控制器，利用处理能力更强的多核 CPU/GPU 芯片相对集中的去控制每个域，使原有的数十上百个 ECU 模块数量减少为数个域，域控制器之间基于需求通过以太网等高速总线或 CAN/CAN FD 低速总线建立通信连接。集中式电子电气架构的推进可分为六个阶段，分别为分布式——ECU 集中式——功能域集中式——跨域集中式——中央-区域集中式——云计算式。

图329: 电子电气架构演进路线

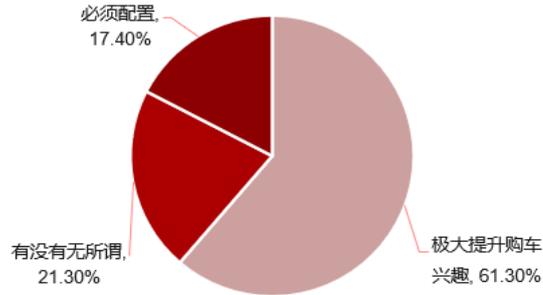


资料来源：博世、浙商证券研究所

二、智能驾驶及智能座舱呼唤高带宽车内通信

当前智能座舱以及智能驾驶领域为汽车企业发展竞争焦点。其原因为其用户感知度高、用户接受度高以及科技属性附加值高。根据 IHS 在 2021 年 7 月进行的调查显示，近 8 成用户对智能座舱配置有需求，其中更有 17.4% 的用户认为智能座舱为购车必须配置。

图330: 2021年用户对智能座舱配置需求



资料来源: IHS、浙商证券研究所

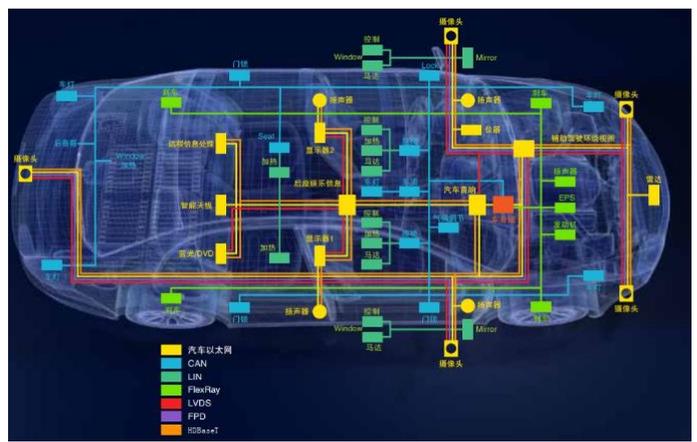
在智能座舱领域，360 环视影像、电子内后视镜以及即将在今年 7 月份正式合法上路的电子外后视镜，都需要高清、低延时的图像画面。在线升级技术（OTA）逐渐普及，低带宽线束将导致软件下载到车辆本地后安装刷写耗时延长。在智能驾驶领域，毫米波雷达、激光雷达及摄像头都需要将海量数据实时的传输给智能驾驶中央控制器进行计算决策。Garner 估计，每一部自动驾驶联网车辆每天至少产生 4TB 数据。这一切都需要背后高带宽的车内通讯线束的支持。

图331: 路特斯 ELETRE 装备的电子外后视镜



资料来源: 路特斯、浙商证券研究所

图332: 汽车各类总线及应用



资料来源: 筋斗云与自动驾驶、浙商证券研究所

目前汽车使用的主要总线技术有 CAN、LIN、FlexRay、MOST 及车载以太网等。CAN、LIN 传输速率较低，LVDS 视频传输，价格较高。FlexRay 及 MOST 需要加入标准组织，总体来说车载以太网性价比最高。

表60: 常用车内总线特性对比

	以太网	CAN/CAN FD	FlexRay	MOST	LIN	LVDS
最高带宽	100Mbit/s	1-5Mbit/s	20Mbit/s	150Mbit/s	20kbit/s	1Gbit/s
传输介质	非屏蔽双绞线 UTP	非屏蔽双绞线 UTP	非屏蔽双绞线 UTP	光纤 UTP	单线	屏蔽双绞线 STP
成本	低	低	高	高	低	高

资料来源: 线束世界、浙商证券研究所

车载以太网是一种使用以太网连接车内各个电子控制单元的局域网技术, 车载以太网使用一对非屏蔽双绞线, 实现全双工传输, 可实现 100Mbps 以上的传输速率, 同时可以满足汽车行业对于可靠性、低功耗、低时延等的苛刻要求。

车载以太网的应用将分为两个阶段。第一阶段为系统级别应用, 首先会在智能座舱系统以及智能驾驶系统中, 如高清摄像头、电子后视镜、多屏互动等。第二阶段为以太网取代 CAN 成为车载主干网, 而子网将是若干域控制器 (Domain Controller) 组成。在这种架构下核心域控制器 (动力总成域、车身域、智能座舱域、智能驾驶域) 连接在一起。同时, 车内的网络还可以通过车联网模块与外部的云端服务平台进行信息交互。

13.4.3 轻量化趋势, 驱动新材料线束需求

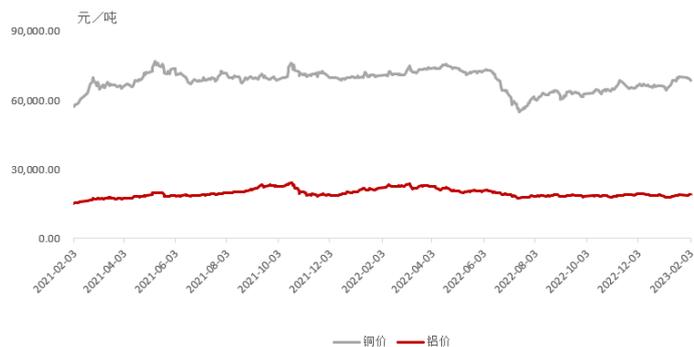
轻量化是新能源汽车节能、降耗、增加续航里程的重要技术路径之一, 新能源汽车每减重 10%, 续航里程可提升 5%-6%。汽车线束重量约占汽车重量的 1-2%, 一台高级汽车的线束使用量达到 2 公里, 重量在 20 至 30 千克。汽车电子功能的越发复杂带来了线束重量的提升, 除了将整车分布式电子电气架构外升级为集中式电子电气架构外, 另外一个控制线束总质量的方法即使用铝材代替铜材制作线束。

一、铝导线在轻量化及经济性方面优势明显

铝导线比同等导电性能的铜导线轻 50%左右。铝的密度为 2.7g/cm³, 铜的密度为 8.9g/cm³, 相同体积下, 铝的质量只有铜的三分之一不到。即使我们考虑铝导电性较差而增加其截面积, 铝导线依然比同等铜导线轻 50%左右。

铝材供应充足, 容易获取, 经济优势明显。铜资源有限, 中国又是一个铜资源匮乏国家。根据美国资源调查局 2015 年数据显示, 全球铜储量约 7 亿吨, 而中国仅仅占 0.3 亿吨。铝的价格相对于铜, 有着较好的成本控制, 整体来看, 铝的价格约为铜的价格的四分之一。由于同等性能要求下, 铝导线横截面积较大, 因此铝芯电缆的绝缘、保护等材需求略有增加, 相应降低了铝导线的价格优势, 目前市场上铝合金电缆的价格普遍只有铜芯电缆的 75%左右。

图333: 铝与铜原材料价格走势



资料来源: Wind、浙商证券研究所

另外，在安装成本端，由于铝相对较轻，在安装过程中，可以减少桥架及穿管用量，相比铜导线节省 20%-50% 安装成本

二、技术逐渐成熟，铝导线应用难题将被攻克

氧化问题：当铝暴露在空气中，金属铝表面会很快氧化。氧化铝是电气绝缘材料，这会导致线缆和连接器端表面形成显著电阻提升。同时，铝材较低的抗张强度会降低传统压接技术的密封性。铝在外力作用下冷形变，压接部分最终会变得不密闭，促使氧化产生。

要克服铝导线氧化问题，需要在压接时彻底破坏氧化层，同时确保解封是密闭且无缝的，可以通过填充环氧树脂在终端和负载之间，通过烤箱迅速使接缝愈合。最后要通过收缩套管保证接头稳固，防止冷热交变带来的阻抗提升。

蠕变问题：铝在机械负载下从 80°C 左右开始出现蠕变趋势加剧，而铜要在 230°C 以上才会一定程度上出现这一现象。因此，线束上铝和铜的连接点必须做特殊设计，从而保证产品生命周期内不丧失电气性能。

性能问题：汽车线束材料选择不仅要求电气性能好，也有强度和拉伸率的要求。铝抗拉强度只有铜的 64%。实践中可以通过热处理工艺提升铝的抗拉强度，在此基础上还可以增加不同比例的铁、铜、锌、镁等材料来进一步加强，从而达到和铜同样的抗拉强度。

在铝导线成本优势明显、我国铜资源相对匮乏等因素的影像下，各企业也加大了相关研究力度。随着铝导体的焊接、压接等工艺难关的攻克，部分汽车线缆以质量较小的铝导体取代铜导体，将成为未来汽车线缆行业发展的趋势

13.5 汽车线束行业相关标的

13.5.1 沪光股份，国内线束领军，高压线束为增长新亮点

公司成立于 1997 年，深耕线束领域二十余年，是一家专业研发及生产汽车高低压线束总成的民营企业。总部位于昆山市张浦镇，分别在仪征、宁波建立了生产基地和欧洲工程中心等。

图334：沪光股份全球布局



资料来源：公司官网、浙商证券研究所

图335：沪光股份主要客户



资料来源：公司官网、浙商证券研究所

公司产品线丰富，客户覆盖面广。公司致力于汽车高低压线束的研发、生产与销售。主营产品可分类：成套线束、发动机线束及其他线束；主要涵盖：整车客户定制化线束、新能源汽车高压线束、发动机线束、仪表盘线束、车身线束、门线束、顶棚线束及尾部线束等。汽车线束是汽车电路的网络主体，是为汽车各种电器与电子设备提供电能和电信号的电子控制系统。目前，已与大众汽车、戴姆勒奔驰、奥迪汽车、通用汽车、福特汽车、理想汽车、捷豹路虎、金康新能源等国际知名整车厂商建立了稳定的合作关系。

图336: 沪光股份主要线束产品



资料来源: 公司年报、浙商证券研究所

图337: 沪光股份三大主要产品收入情况



资料来源: 公司官网、浙商证券研究所

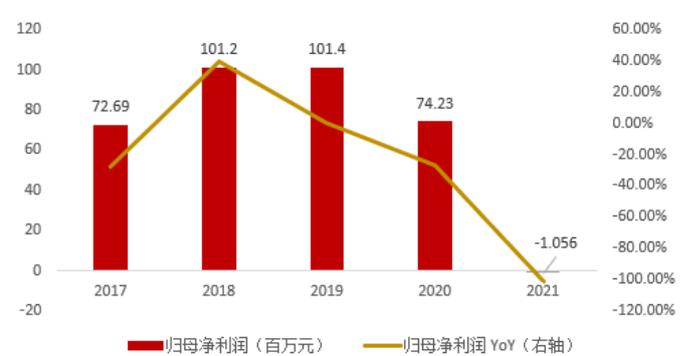
原材料价格上涨导致短期业绩承压, 2022 年业绩强势反弹。2021 年公司实现营收 24.48 亿元, 同比+59.86%。归母净利润 2021 年亏损 105.6 万元。其主要原因为原材料价格大幅上涨并保持高位运行、进口原材料航运成本上升、用工成本上升等原因。2020 年铜价开始上涨, 至 2021 年年中, 涨幅接近一倍, 达到 8 万/吨左右。自 2022 年下半年开始, 铜价大幅回落, 价格波动趋于稳定, 对公司业绩压力逐渐缓解。2022 年前三季度, 公司实现营收 23.24 亿元, 接近 2021 全年营收, 另根据公司最新披露的 2022 业绩预告显示 2022 年公司归母净利润 3600 万元至 4300 万元, 将实现扭亏为盈。

图338: 沪光股份营收稳步提升



资料来源: 公司招股书、公司年报、浙商证券研究所

图339: 沪光股份归母净利润短期承压



资料来源: 公司招股书、公司年报、浙商证券研究所

积极布局新能源, 定点情况良好。公司持续加码布局新能源市场, 扩大高压线束市场份额。2021 年, 公司陆续取得问界 M5、M5 EV 和 M7 的整车高、低压线束定点; 理想汽车 X02、大众安徽 VW316/8 高压线束项目定点; 取得了戴姆勒奔驰 MMA 平台电池包低压线束的项目定点。2021 年, 公司陆续实现了上汽大众 MEB 平台中 ID3、ID6X、奥迪 Q5E、奇瑞捷豹路虎·发现运动、北京奔驰 EQA 等高压线束的量产。同时公司积极开拓新客户, 接受了如华人运通 (高合汽车)、小鹏汽车等主机厂的供应商评审。

推进智能制造、打造智慧化工厂。线束行业是劳动密集型产业, 根据沪光股份 2021 年年报, 线束的直接人工费用占比为 13.43%。推进工厂制造的智能化能够降低人力成本, 提升公司盈利水平。公司与 Komax (库迈思)、ABB、KUKA (库卡) 等全球智能制造设备供应商合作, 公司拥有多台国外进口先进生产设备, 包括瑞士 Komax355S、433、488S 等全自动开线压接机, 德国 Schunk 超声波焊接机等, 目前已形成年产 200 万套发动机线束、

150 万套整车线束及 70 万套 ABS 线束的能力。2021 年公司完成对上汽通用高压线束自动化产线的优化升级，实现了生产全过程自动化，产线可覆盖线径范围更广，可快速应对产品设计变更，提高设备的综合使用效率。

13.5.2 徕木股份，手机+汽车双轨道运行，国内连接器龙头企业

公司成立于 2003 年，总部位于上海，2016 年在上交所挂牌上市。公司是国内领先的专业从事连接器和屏蔽罩为主的精密电子元件研发、生产和销售的民营自主品牌企业。按照应用领域的不同，公司产品可分为汽车精密连接器及配件、组件，汽车精密屏蔽罩及结构件，手机精密连接器，手机精密屏蔽罩及结构件。

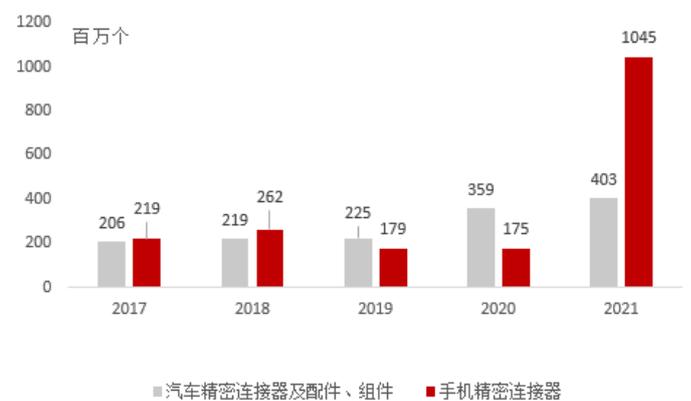
手机与汽车双轨道运行，汽车业务加速放量。从行业看，公司主营业务为手机类产品、汽车类产品、模具治器以及 2020 年公司扩展的医疗器械类产品。2021 年汽车业务实现营收 4.55 亿元，同比+54.43%，汽车类产品业务占主营业务收入达到 70.42%。2021 年公司汽车精密连接器及配件、组件销量 4.03 亿个，同比+12.45%，公司手机精密连接器销量 10.45 亿个，同比+497.66%。得益于智能化及电动化，连接器单件价值量有望持续提高。

图 340: 徕木股份四大业务收入情况



资料来源：公司年报、浙商证券研究所

图 341: 徕木股份连接器历年销售量

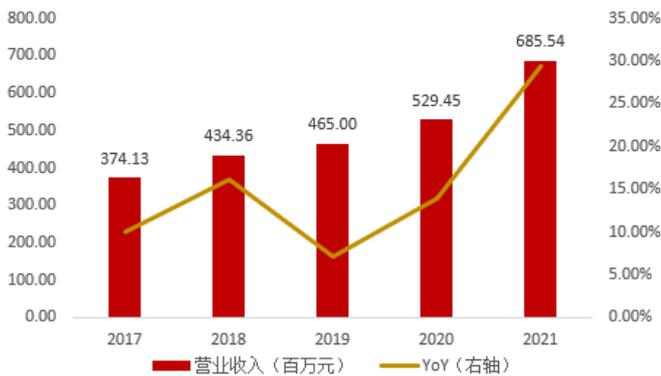


资料来源：公司年报、浙商证券研究所

快速响应客户需求，积累众多优质客户群体。相对于外资竞争对手，公司组织架构扁平，服务响应迅速。快速的响应优势能够使企业能较快的提供设计方案并根据反馈意见修改，灵活调配生产线满足客户需求。结合技术优势及丰富的生产管理经验，帮助公司在汽车电子领域已实现对法雷奥集团、科世达集团、伟世通、比亚迪、哈曼公司、大陆汽车电子、天合汽车集团、麦格纳、宁德时代等知名公司供货，将产品应用在大众、通用、奔驰、福特、丰田、本田、上汽、一汽、比亚迪、长城、吉利、日产等大型整车厂商的车型中。

营收增速连续增长，归母净利润稳步提升。2021 年公司实现营收 6.86 亿元，同比+29.84%，已经实现营收增速三年连续增长。2022 年前三季度，公司实现营收 6.72 亿元，预计 2022 年营收将再创新高。2021 年公司实现归母净利润 4772 万元，同比+11.29%，保持稳步提升。

图342: 徕木股份营收增速持续三年增长



资料来源: 公司年报、浙商证券研究所

图343: 徕木归母净利润稳步提升



资料来源: 公司年报、浙商证券研究所

聚焦新赛道研发，加速产品升级。公司在新型连接器领域开发出多类高电压高电流连接器、高清高速连接器、高频连接器产品，产品已全面覆盖终端新能源整车、ADAS 智能辅助驾驶、智能网联、5G 通讯等应用领域，主要应用于智能驾驶舱系统、辅助驾驶系统、发动机系统、CDU、电池组、三电系统、充放电系统、域控制器系统等。2022 年 1 月，公司通过非公开发行证券的方式，新增年产 500 万只新能源汽车高电流电压连接器、1,200 万只（套）辅助驾驶模块连接器的生产能力。

13.6 风险提示

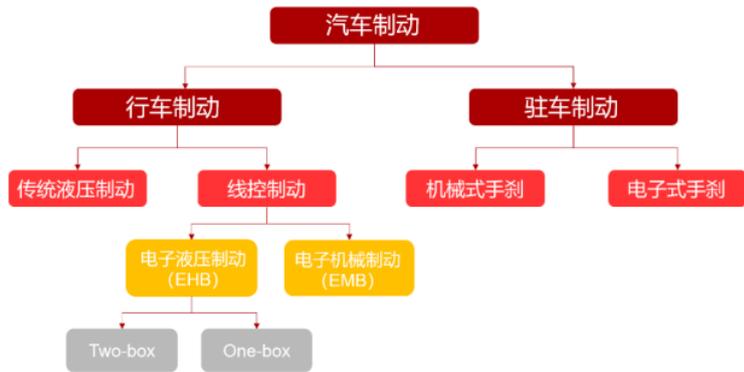
电动化智能化趋势不及预期；轻量化“以铝代铜”进程不及预期；上游原材料价格波动风险。

14 制动 IBS: 汽车电动化催化，渗透率持续提升

14.1 电控制动系统分类

汽车制动系统从功能上主要分为行车制动和驻车制动。行车制动系统主要实现汽车在运动过程中，降低速度甚至停止，直接关系到汽车行驶安全。在行车制动系统中，往往还增加了车身稳定系统（ESP/ESC）和制动防抱死系统（ABS）。车身稳定系统主要作用是在车辆失控的时候，保持车辆的本身的轨迹，让车辆不至于在侧滑或者转向过大时失控翻车。驻车制动系统主要实现的功能是在停车时，持续产生一个制动力，保证车辆不会在重力的作用发生溜车。驻车制动从形式上主要分为机械式和电子式，在低端车上，往往采用机械式驻车制动，即机械手刹；而高端汽车上，往往采用电子驻车系统，即电子手刹。但随着汽车电子化进程，电子手刹（EPB）将逐渐取代机械手刹。

图344: 汽车制动系统分类

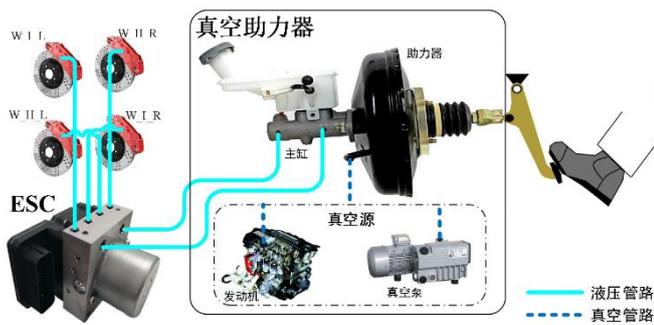


资料来源: 灼鼎咨询、浙商证券研究所

14.2 线控制动产品 (WCBS) 新增项目不断, 产能逐渐释放

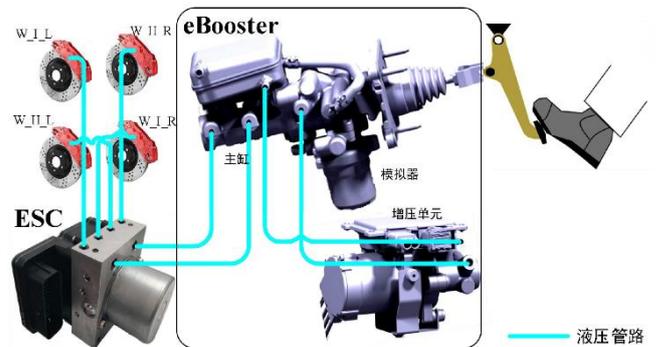
传统的行车制动系统一般由真空助力系统、ESC、执行系统组成。制动时, 驾驶员动力经过真空助力器放大后推动主缸活塞运动给轮缸建压, 从而实现车辆的制动。ESC 系统在检测到车辆发生异常, 协调四个制动轮的制动力以及发动机的牵引力, 从而保持车身整体的稳定。在使用车辆 ACC 功能时, ESC 系统可以控制相应的电磁阀和电机, 给制动轮缸建压, 实现车辆的主动制动。执行系统主要包括卡钳和制动盘, 卡钳内部的液压活塞受到制动油的推力后, 夹紧制动盘, 实现车轮的摩擦制动。

图345: 传统刹车系统主要零部件



资料来源: 张荣林《面向智能汽车的线控制动系统主动制动控制与应用》、浙商证券研究所

图346: 线控制动系统主要零部件 (EHB)



资料来源: 张荣林《面向智能汽车的线控制动系统主动制动控制与应用》、浙商证券研究所

电子液压制动 (EHB) 技术较为成熟, 是目前主流的线控制动方案。线控制动采用电信号取代部分或全部液压制动管路, 根据其实现的方式, 又可以分为电子液压制动 (EHB) 和电子机械制动 (EMB)。EHB 线控制动主要在传统的真空助力制动基础上, 将真空助力升级为电子助力, 保留 ESC 和液压制动执行部分, 从而形成了 ESC 和电子助力的 Two-box 线控制制动方案。若将助力系统及主缸、ESP/ESC 合二为一, 共用 1 个 ECU, 便形成了 One-box 线控制制动方案。按照制动踏板力输入和制动回路压力输出是否直接相关, EHB 又被分为非解耦式、半解耦式和全解耦式, 解耦程度越高, 越有利于整体系统进行更高效率的能量回收,

但对应的冗余性会降低。由于 EHB 仅仅替代了助力部分, 液压执行部分没有发生太大变化, 因此整个系统可靠性得到了较好的保证。经过近 10 年的技术发展, EHB 方案已基本成熟, 是目前市场上主流的线控制动方案。

EHB 线控制动优点: 具备更快的响应速度, 可以实现更高的能量回收效率, 自动驾驶控制更加方便。相比于传统制动方案, 主动建压时响应快、噪音小。长时间工作稳定好, 且不需要额外的真空源。通常情况下, 传统系统主动刹车的反应速度大概是 300-600ms, 而线控制动的反应速度大概是 120-150ms, 大概相差 300ms 左右, 若按照 100km/h 的行车速度, 使用线控制动可以缩短 8.3m 的刹车距离, 提高行车安全性。车载 12V 电源即可满足其能源需求, 同样可以做到半解耦和全解耦状态, 在电动汽车上实现更好的能量回收。另外助力系统采用电机助力, 在汽车智能化发展时代, 更易实现制动的智能化控制, 具有天然的技术优势。以上优点, 将使 EHB 在电动智能化的发展趋势中加速渗透。

电子机械制动 (EMB) 可靠性仍需提高, 仍处于研究阶段。EMB 结构简单体积小、响应速度快、能量回收效率高, 逐渐成为汽车制动系统的热点。其与传统的制动系统有着较大的区别, 和传统真空助力制动系统截然不同, 基本摒弃了传统制动系统中的制动液和液压管路等部件, 而使用电子机械系统替代。制动踏板产生制动信号直接传输到制动卡钳, 通过控制每个车轮上电动制动卡钳来实现四个车轮的制动, 其终端结构类似 EPB, 但其产生的制动力要大的多, 且其产生的制动力线性可调, 响应要更加迅速。同时由于 EMB 需要产生更大的制动力, 12V 电源已经不能满足制动的需求, 必须配备 42V 电源系统, 这也成为制约 EMB 发展的问题之一。EMB 没有机械冗余, 很难满足失效备份的需求, 目前还不能满足现行法规对制动系统失效备份的要求。另外, 由于执行结构采用电机驱动, 刹车片的高温环境对电机稳定性、芯片和永磁材料都将产生较大的考验, 且车轮的震动、雨水和灰尘的腐蚀都将对电子机械制动的电机执行结构产生威胁, 从而降低整个制动系统的可靠性。因此, 诸多问题限制 EMB 目前仍处于研究阶段, 尚不具备实际装车的条件。

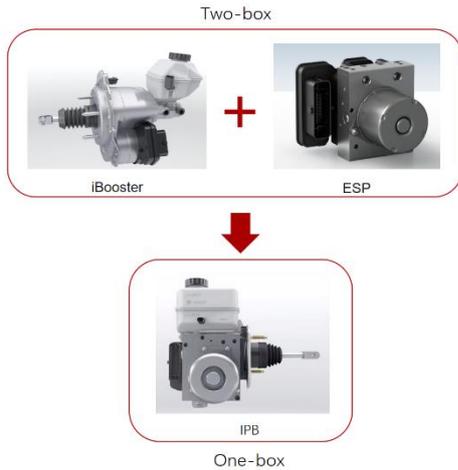
表61: 传统制动系统、EHB、EMB 优缺点对比

类型	优点	缺点
传统真空助力制动系统	<ul style="list-style-type: none"> 技术成熟, 可靠性高 	<ul style="list-style-type: none"> 难以实现快速主动制动 需要单独提供真空源 无法实现能量回收和制动器制动的协调
电子液压制动系统 (EHB)	<ul style="list-style-type: none"> 响应迅速、有效降低刹车距离 不需要额外真空源 12V 车载电源便可实现 可以更好地实现能量回收 更易实现智能化控制 	<ul style="list-style-type: none"> 与 EMB 相比, 结构较为复杂
电子机械制动系统 (EMB)	<ul style="list-style-type: none"> 结构简单, 体积小 响应速度快, 有效降低刹车距离 	<ul style="list-style-type: none"> 可靠性低 容错性及抗干扰性不强等 成本较高

资料来源: 张荣林《面向智能汽车的线控制动系统主动制动控制与应用》、浙商证券研究所

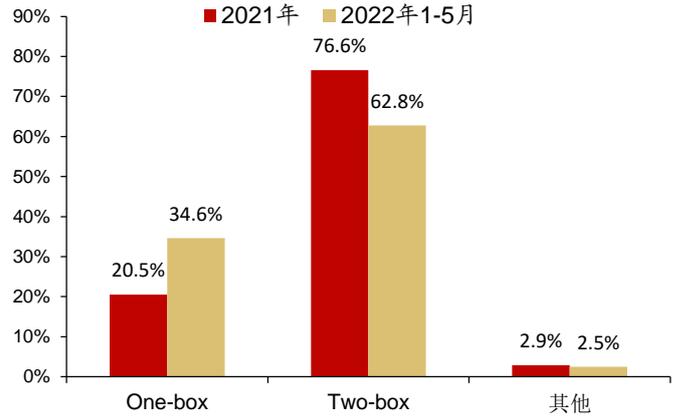
2022 年 1-5 月 Two-box 方案市场占比为 62.8%, One-box 是未来主流。依据系统集成程度, EHB 又可分为 One-box 和 Two-box 两种, 其最主要区别便是是否集成了 ESP/ESC。目前 Two-box 方案产品技术最为成熟, 实现难度也较低, 仅仅需要用电子助力替换原来的真空助力。因此, 目前 Two-box 市场占有率较高, 在 2022 年 1-5 月份, 市场占比为 62.8%。但 One-box 方案, 由于集成程度更高, 成本更低, 且能量回收效率更高等优点, 市场占比逐渐提高, 2022 年 1-5 月份, 装车率占比达到了 34.6%。

图347: One-box 方案集成 iBooster 和 ESP



资料来源: 博世官网、浙商证券研究所

图348: 2022年1-5月份 One-box 市场占比为 34.6%



资料来源: 佐思汽研、浙商证券研究所

表62: One-box 和 Two-box 方案特点对比

类型	One-box	Two-box
描述	整体式: 助力器与 ESP/ESC 合二为一	分立式: 助力器与 ESP/ESC 独立分开
成本	集成度高, 需要 1 个 ECU, 成本相对较低	集成度低, 成本相对较高
安全性	缺少制动冗余, 需要与制动冗余配合使用	满足在 L3 自动驾驶工况下的制动冗余需求
能量回收	能量回收效率较高	能量回收效率相对较低

资料来源: 灼鼎咨询、浙商证券研究所

电动智能化趋势下, 传统的真空助力制动系统缺点逐渐显现。传统真空助力系统由于其结构和工作原理等原因难以实现快速的主动制动。在电动化时代, 真空助力器与轮缸直接耦合, 在驾驶员刹车过程中, 无法充分协调刹车盘制动和能量回收之间的占比, 从而无法实现高效率的能量回收。在智能化时代, 较难实现与整车电信号的快速响应和配合。而且电动汽车需要单独配备电动真空泵, 增加整个系统成本, 频繁启动更易缩短该零部件的使用寿命。线控制动用电子助力替代真空助力, 解决了新能源汽车缺乏稳定的真空源问题。线控制动系统反应时间更快, 可以有效地降低刹车距离, 提高汽车的安全性。且半解耦或者全解耦的设计, 更加有助于新能源汽车实现能量回收, 对于提升电动汽车的续航里程至关重要。随着自动驾驶功能的不断渗透, 线控制动的快速响应和精确执行优势更加明显, 以上因素成为逐渐推动线控制动加速渗透的关键。

图349: 传统真空助力器



资料来源: 公开信息、浙商证券研究所

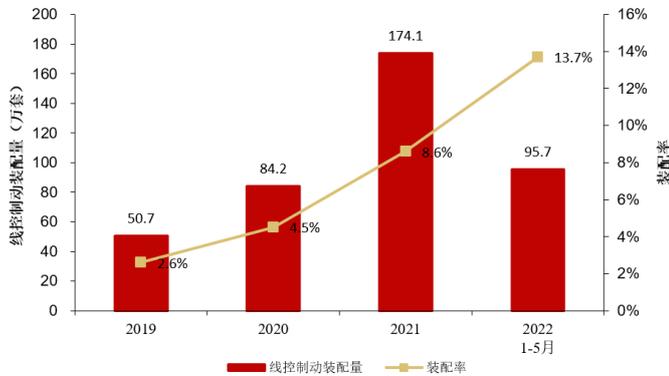
图350: 伯特利一体式线控制动系统 (WCBS/One-box)



资料来源: 公司官方微信公众号、浙商证券研究所

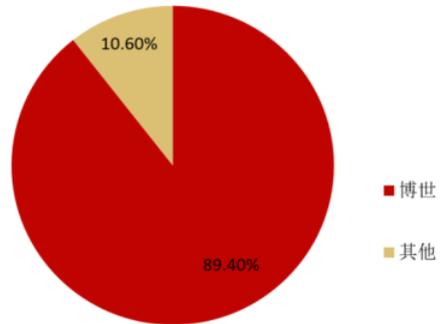
2022年1-5月份国内乘用车线控制动装配率达到13.7%。目前,线控制动尚处于发展早期阶段,总体渗透率不高,但在新能源汽车配置中相对较高。2019年国内乘用车线控制动装配量为50.7万套,装配率为2.6%;2021年装配量达到174.1万套,装配率为8.6%;2019-2021年CAGR为85.3%,呈现快速增长趋势。2022年1-5月份,线控制动装配量达到95.7万套,装配率达到了13.7%。线控制动随着电动智能化趋势发展,而逐渐得到市场广泛认可,将加速渗透。

图351: 2022年1-5月份国内乘用车线控制动装配率达13.7%



资料来源: 佐思汽研、浙商证券研究所

图352: 2022年1-5月博世在国内线控制动市场的份额为89.4%



资料来源: 佐思汽研、浙商证券研究所

2022年博世线控制动产品占据89.4%市场份额。博世于2013年正式推出iBooster,2016年推出第二代iBooster,结合了涡轮和滚珠丝杠。2019年博世在南京的iBooster生产基地投产,产能达到40万件。博世IPB产品将iBooster和ESP的功能进行了整合,体积、重量和成本都得到了降低,是比较典型的One-box方案。该产品于2020年在苏州工厂进行了量产,在当年上市的比亚迪“汉”是中国第一个使用博世IPB的量产车型。此外,博世的下游客户还包括特斯拉、蔚来、小鹏、理想、通用等。

14.3 重点公司: 伯特利

公司的主要产品分机械制动产品、机械转向产品和智能电控产品三大类，机械制动产品主要包括盘式制动器、液压卡钳、轻量化零部件、真空助力器；机械转向产品主要包括转向管柱、转向器等；智能电控产品主要包括电子驻车制动系统(EPB)、制动防抱死系统(ABS)、电子稳定控制系统(ESC)、线控制动系统(WCBS)、电动尾门开闭系统(PLG)、高级驾驶辅助系统(ADAS)、电动转向管柱(EPS)等。

公司自成立以来，具备机械制动系统产品、机械转向系统产品和智能电控制动系统产品的正向自主开发能力。公司生产的盘式制动器主要为液压盘式，其零配件主要包括卡钳总成、转向节、轮毂、轮毂轴承单元、制动盘、挡泥板等。核心零配件卡钳总成由公司自主研发和生产。轻量化制动零部件产品包括铸铝转向节、铸铝支架及铸铝控制臂等，铸铝产品相比于传统铸铁产品，可以减重 40%-50%，目前主要适用于高端汽车和新能源汽车。智能电控产品中的电子驻车制动系统产品，供货方式主要分为“电子控制单元+电子驻车制动系统卡钳总成”和“电子控制单元+后盘式制动器总成”。电子稳定控制系统(ESC)在驾驶员高速变道或汽车在转弯行驶时，检测整车状态，通过控制车轮制动力和发动机输出力矩，来维持整车的稳定性，公司的 ESC 产品基本涵盖从小型车到中巴车的液压制动车型。公司于 2019 年研发出由电信号传递执行信息，同时集成真空助力器、电子真空泵、制动主缸、电子稳定性控制系统、电子手刹及 P 档锁止机构的一体式 One box 线控制动产品(WCBS)。该产品具备快速增压、高度集成、解耦制动、优良的噪音性能以及集成后重量更轻的优点。

图353: 公司主要产品举例



资料来源：公司官网、浙商证券研究所

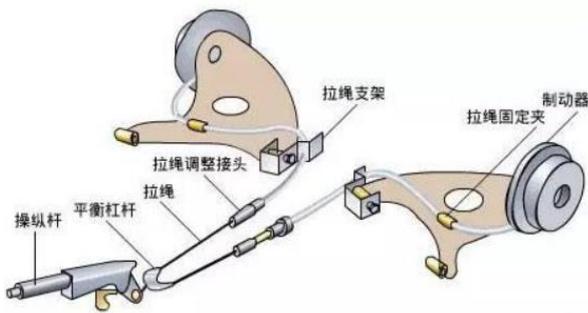
公司稳步推进新产品研发及量产交付。公司针对新能源车型自主研发的新一代双控电子驻车制动系统(D-EPB)在原有 SmartEPB 基础上升级，提升新能源车辆驻车可靠性的同时，又大大降低了整车厂零部件采购成本，目前已成熟应用在多款新能源车型上。高级驾驶辅助系统(ADAS)产线已在 2022 年 4 月投产，首批 2 个项目已批量交付。ADAS 可以提供三种技术解决方案，其高精度地图功能技术正在研发过程中，支持自动驾驶功能实现。公司新研发产品 WCBS 2.0 具备制动冗余性能，研发进程顺利，将更好地满足 L4 及

以上自动驾驶级别对线控制动系统的需求，电子机械制动系统（EMB）的研发工作也在进行中。另外，公司正式启动了 DP-EPS、R-EPS 转向系统、线控转向系统的研发工作。

14.3.1 EPB 产品系列丰富，年产 40 万套项目加速建设

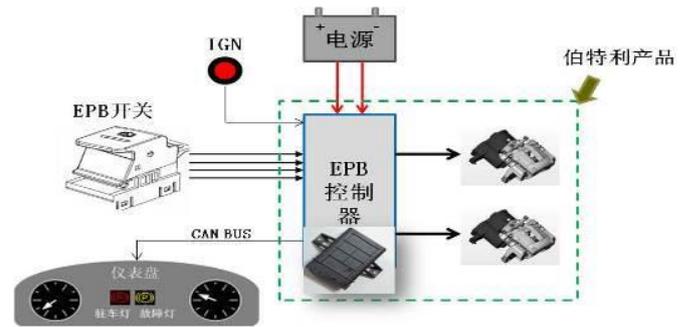
电子驻车制动系统（EPB）逐步替代机械驻车制动系统。EPB 利用电子控制方式实现驻车制动。电子驻车制动系统由电子按钮手动操作，并兼备自动控制功能。整个驻车制动系统是由行星减速机构、电机的左右卡钳和电子控制单元组成。当停车时，电子驻车制动系统按钮被按下，操作信号传递给电子控制单元，并通过电子控制单元来控制电机和行星减速齿轮机构工作，通过左右卡钳实施制动。国内电子驻车制动系统市场主要为采埃孚天合汽车集团、德国大陆集团等国际品牌汽车零部件投资企业所主导。在客户群体中，公司电子驻车制动系统产品的主要竞争对手为国际品牌零部件企业。EPB 相比于传统的机械式驻车制动系统，结构相对简单，省去了车内空间和一些机械装置，并且具备一定自动挡车、智能辅助坡道起步功能，提高了驾驶的安全性和舒适性，降低了驾驶难度。

图354：机械驻车制动系统



资料来源：张贺等《机械式驻车制动系统的智能警报开关装置研究》、浙商证券研究所

图355：公司电子驻车制动产品

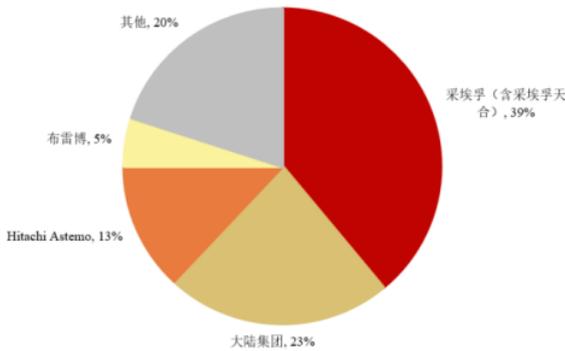


资料来源：公司可转债募集说明书、浙商证券研究所

2020 年全球电子驻车制动器（EPB）市场渗透率达到 65%。在国际市场，汽车工业比较发达的欧美日地区，经过行业整合，形成了一些大规模的汽车制动生产厂家，如大陆集团、博世、采埃孚等。据立木信息咨询数据，2016 年全球电子驻车制动器的市场渗透率为 40%，2019 年达到 55%，2020 年达到 65% 的渗透率，近几年随着电动智能化的发展，2022 年全球 EPB 渗透率基本达到 75% 以上。国际市场中，2021 年采埃孚和大陆集团市场占有率分别为 39%，23%，两者合计占到整个 EPB 市场的 62%，市场集中度较高。

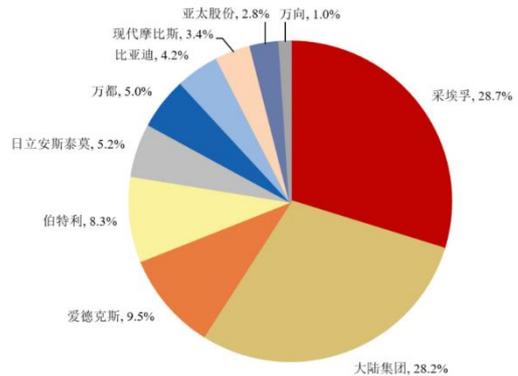
2021 年国内乘用车 EPB 新车搭载率为 78.15%，伯特利 EPB 市场份额为 8.3%。据高工智能汽车监测数据，2021 年中国市场（不含进出口）乘用车搭载 EPB 上险量为 1594.04 万辆，同比增长 13.08%，前装搭载率为 78.15%。采埃孚、大陆集团、爱德克斯市场份额分别为 28.7%、28.15% 和 9.52%，三家市场份额合计 66.37%。伯特利排名本土供应商市场份额第一，搭载量超 130 万辆，市场份额占比 8.3%，表现出强劲市场竞争力。

图356: 2021年全球EPB市场占有率格局



资料来源: Marklines、浙商证券研究所

图357: 2021年伯特利占EPB市场份额为8.3%



资料来源: 高工智能汽车、浙商证券研究所

公司 EPB 经过 10 余年打磨，成功开发了极具市场竞争力的 EPB 产品。公司 EPB 产品具备独特的智能控制策略，可在不增加离合器位置传感器和档位传感器的情况下实现上坡辅助起步、自动释放等诸多功能，降低电子驻车制动系统的整车系统成本和布置设计难度。在自动模式下有智能判定功能，可以在汽车等待信号灯、跨越沟坎、前后移动泊车等工况下减小不必要的驻车加紧工作，提高汽车驾驶的舒适性。公司产品还可在没有 4 个轮速信号的情况下实现紧急制动的后轮防抱死功能，极大地提高了汽车在紧急制动时的安全性。另在全新车型的匹配开发周期内，可以根据整车厂的时间节点要求进行快速响应和配合，尽可能的缩短开发周期，为客户新车型的上市赢得时间。

公司 EPB 系列丰富，产品矩阵完善。EPB 产品有独立式 EPB、集成式 EPBi、双控 D-EPB、前置 EPB、WCBS 备份 EPB、ELGS-EPB 等基于多个软硬件平台、覆盖广泛市场需求的产品系列。针对新能源车取消 P 档机械锁止机构可能存在的法规和安全风险，公司于 2019 年 4 月率先量产双控 D-EPB 产品，为新能源车提供了高性价比的驻车制动方案。针对微型电动车细分领域，于 2019 年 6 月率先量产前置 EPB 产品。同时，在 EPB 相关的机械、ECU 和控制算法等方面，已先后获得多项国内外发明专利，涉及中国、美国、韩国、日本、欧盟等全球多个区域，形成公司了独特的专利技术优势。

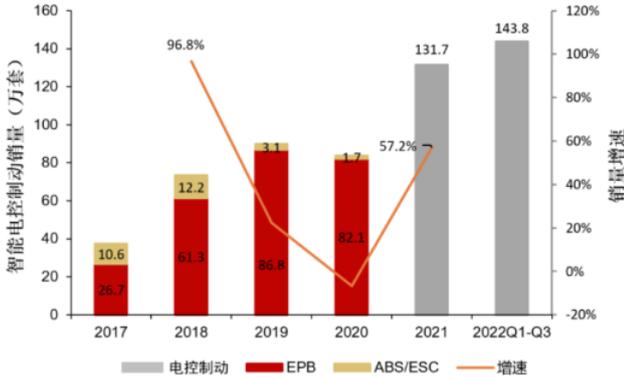
图358: 公司 EPB 系列丰富，产品矩阵完善



资料来源: 公司官方微信公众号、浙商证券研究所

2021 年公司电控制动产品销量同比增长 57.2%。公司电控制动产品主要包括电子驻车制动系统（EPB）、制动防抱死系统（ABS）、电子稳定控制系统（ESC）、线控制动系统（WCBS）等。截止 2022 年三季度，电子驻车制动系统在研项目 58 项，其中新能源车型 31 项，新增量产项目 26 项，其中新能源车型 14 项，新增定点项目 49 项，其中新能源车型 24 项。年产 40 万套电子驻车制动系统项目正在加快建设，将在 2023 年贡献新的销量，预计公司 2023 年 EPB 产品仍然能够保持稳定增长态势。

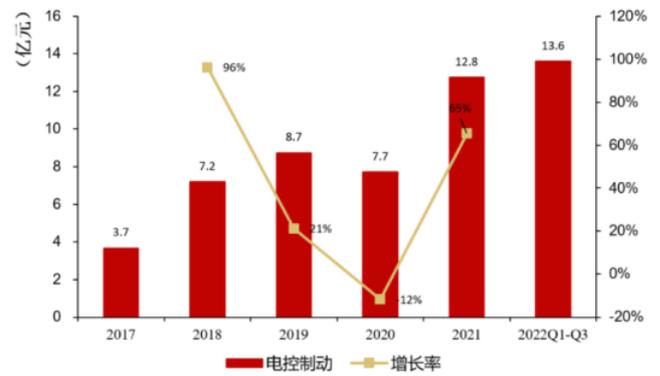
图359： 2021 年公司电控制动产品销量同比增长 57.2%



资料来源：公司公告、Wind、浙商证券研究所

注：电控制动销量中包含 WCBS 产品

图360： 2021 年公司电控制动业务营收同比增长 65%



资料来源：公司公告、Wind、浙商证券研究所

注：电控制动销量中包含 WCBS 产品

14.3.2 伯特利控制动产品

伯特利于 2019 年发布线控制动产品 WCBS，是自主品牌首家发布 One-box 架构的企业。公司 WCBS 产品与 Two-box 相比，集成度更高、重量更轻、成本更低，功能上支持多功能泊车 and 自动驾驶的扩展，相比 ESC 性能更优。从安全上来讲，集成双控 EPB，提升驻车系统可靠性；即使主制动失效，根据驾驶员踏板输入，使用 EPB 进行线性夹紧，可降低备份制动时的踏板力效果；且在备份制动时，仍具有 EPB 防抱死功能；另外，能够实现快速建压，提升 AEB 自动紧急制动性能。从舒适性上讲，WCBS 采用全解耦方案，踏板脚感由模拟器产生，提升制动舒适性；从成本上讲，集成双控 EPB 专利技术，可取消 P 档锁止机构；支持遥控泊车、特定场景的自动驾驶；提高能量回收效率，增加续航里程，降低电池成本；线控制动系统解决了新能源车缺乏稳定真空源的问题，提高能量回收效率，以及快速的响应速度是实现 L3 及更高级别自动驾驶的执行基石。

表63: 伯特利 WCBS 产品优势

类型	产品优势
舒适	<ul style="list-style-type: none"> •通过解耦，彻底解决了制动系统“踏板行程-踏板力-制动减速度”长期难以调和的匹配关系。踏板脚感由模拟器产生，可充分定制，提升制动舒适性； •有效降低真空制动空气噪音。
安全	<ul style="list-style-type: none"> •集成双控 EPB，驻车系统可靠性得以提升； •主制动失效的情况下，控制 EPB 自动实施线性夹紧，有效降低备份制动的踏板力； •备份制动时仍具有 EPB 防抱死功能； •响应速度更快，提高 AEB 自动紧急制动性能。
成本	<ul style="list-style-type: none"> •集成双控 EPB 专利技术，可取消 P 档锁止机构； •通过回收制动能量，增加续航里程，降低电池成本； •集成整车 30+零件，减重 3kg 以上，降低制动系统成本。

资料来源：伯特利官方微信公众号、浙商证券研究所

2022 年 12 月，伯特利电子与吉利汽车控股孙公司完成合资公司的设立。芜湖伯特利汽车安全系统股份有限公司的全资子公司“伯特利电子”与吉利汽车控股有限公司控股孙公司“浙江星创汽车”的合资公司已完成工商注册登记手续，注册公司名称为：浙江双利汽车智能科技有限公司。合资公司注册资本 9000 万元人民币。其中“伯特利电子”认缴出资额为 5850 万元，持股比例为 65%；“浙江星创”认缴出资额为 3150 万元，持股比例为 35%。合资公司以汽车产业转型为支点，共同布局汽车“智能底盘 线控制动”技术产品领域，将有助于加强公司与吉利汽车在线控制动方面的进一步合作。

线控制动能有序扩张，国产替代和市场拓展同步，WCBS 2.0 研发顺利推进。截止 2022 年第三季度，公司线控制动在研项目 47 项，其中新能源车型 31 项，新增量产项目 13 项，其中新能源项目 8 项，新增定点项目 46 项，其中新能源车型 20 项。为了满足市场对线控制动产品的需求，2022 年公司新增四条线控制动产线，计划将于 2023 年上半年全部完成投产，公司 2023 年将实现线控制动产能的逐步释放。公司产品随着项目经验的逐渐积累，凭借着更加强大的功能和相对较低的成本，在线控制动渗透进程中，有望实现国产替代和市场拓展的双重奏。另外，下一代线控制动产品 WCBS 2.0 研发工作顺利进展，该产品将更好地满足 L4 及以上自动驾驶级别对线控制动系统的需求，目前已经有多项目定点，预计 2024 年上半年量产。

14.4 风险提示

原材料价格上涨；新能源汽车销量不及预期；客户集中度较高；线控制动渗透不及预期；产品研发进度不及预期。

15 HUD: 技术不断突破，渗透率有望加速提升

15.1 行业概况: HUD 渗透率快速提升，国产厂家有望在增量市场中获益

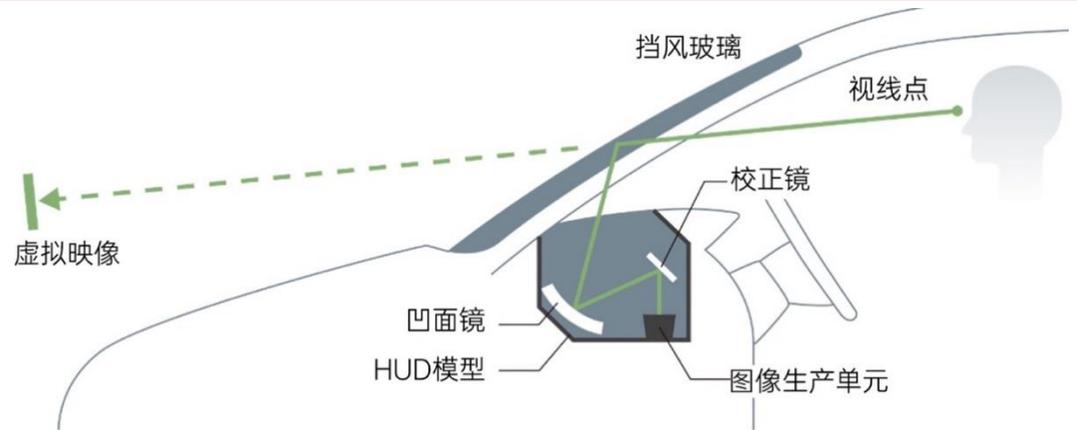
15.1.1 HUD 行业概况

一、市场规模: 当前 HUD 渗透率低，未来 3 年市场爆发式增长，行业规模大

HUD 是智能座舱中消费者感知最强的模块之一。随着智能座舱的发展，抬头显示(Heads-up-display, 简称 HUD) 通过与行车电脑、导航仪及倒车雷达等设备配合，用于实时显示车

速、发动机转速、挡位状况、转向灯、导航提示、故障提示、巡航状态、前车距离等信息，HUD 给到消费者“看得见的智能”效果。

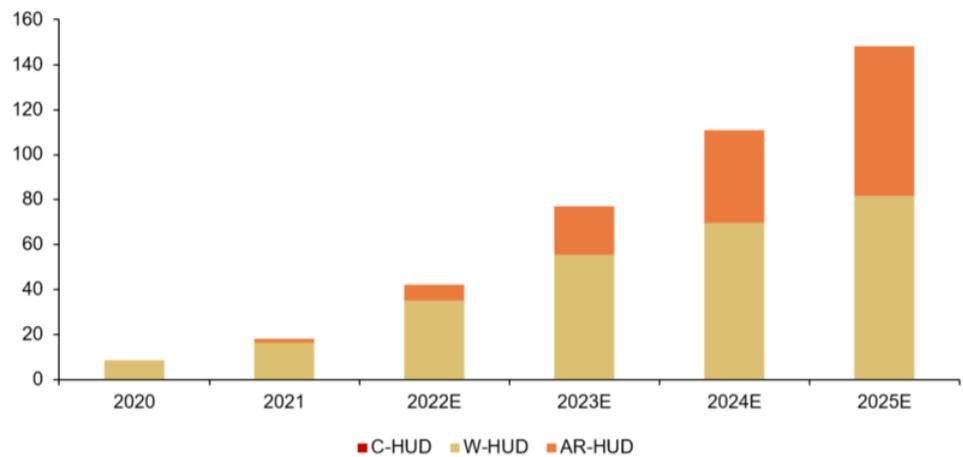
图361: HUD 技术原理



资料来源：智慧芽创新研究中心，浙商证券研究所

当前中国 HUD 市场渗透率较低，市场正在逐步形成规模。当前，HUD 以前装市场为主，据华经产业研究院数据，2021 年中国 HUD 前装量为 116.7 万台套，市场渗透率仅为 5.4%。据浙商证券研究所测算，2021 年我国 HUD 市场规模为 18.3 亿元。目前国内 HUD 的渗透率仍较低，主要集中在 W-HUD，而 AR-HUD 的配套量与渗透率刚起步。据高工智能汽车数据，2021 年中国 AR-HUD 前装搭载量超过 5 万辆。

图362: 中国 2020-2025 年乘用车 HUD 市场规模 (亿元)



资料来源：华经产业研究院，浙商证券研究所

HUD 市场目前处于增长快车道。近年来，作为智能座舱的显性配置，HUD 被众多主机厂纷纷加码布局，市场正处于高速成长期。理想新车 L9 是市面首款用大面积 W-HUD 取代仪表盘功能的车型，其对 HUD 应用有很强的教育作用。

图363: 理想 L9 推出的 W-HUD 产品



资料来源: 理想汽车, 浙商证券研究所

二、产品迭代: W-HUD 是目前竞争主角, 向 AR-HUD 增量市场转型是大势所趋

按照产品代次差别, 车载 HUD 分为 C-HUD、W-HUD、AR-HUD 和全景 HUD 四个细分市场

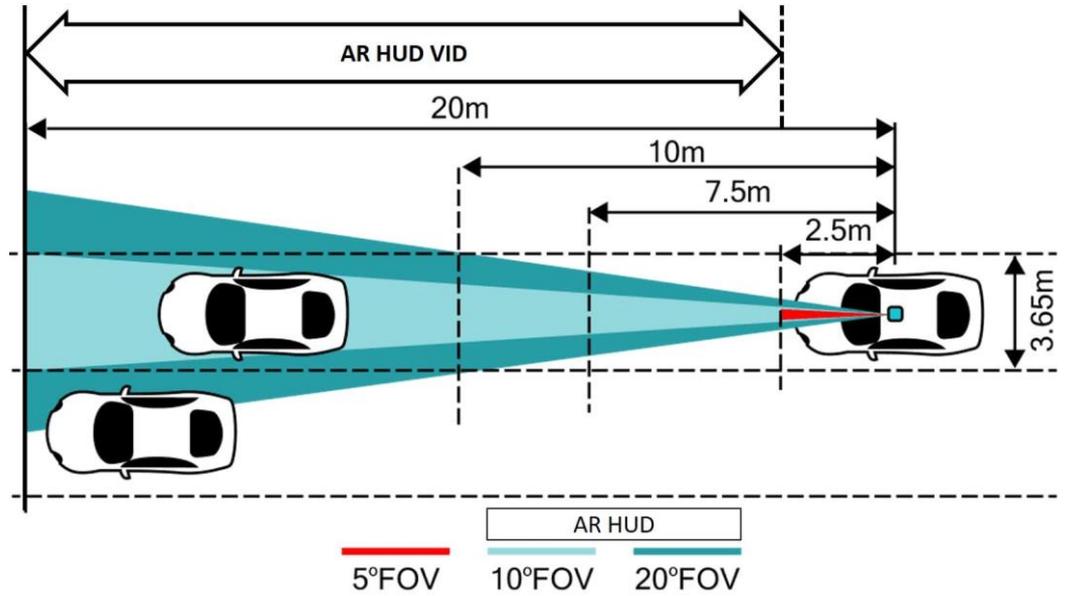
表64: HUD 细分产品

	C-HUD	W-HUD	AR-HUD	全景 HUD
图示				
视场角 FOV	5.54°*1.85°/8.7°*3.26°	5°*2°/7°*3°/9°*3°	5.54°*1.85°/8.7°*3.26°	/
成像距离 VID	1.6-1.8 米	2.3-5 米	4.5-8 米	1 米~∞
成像大小	6.6-12.3 寸	5-28 寸	29-60 寸	全景显示
显示区域	单独树脂屏	前挡风玻璃	前挡风玻璃	前挡风玻璃
显示信息	仪表+中控	仪表+中控	仪表+中控+实景融合	实景融合+娱乐信息
对应自动驾驶代际	L0-L3	L0-L3	L2-L4	L4-L5

资料来源: 华阳集团官网, 浙商证券研究所

其中, C-HUD 是提供一块硬件显示屏显示驾驶信息, C-HUD 成本较低, 但由于 C-HUD 成像距离短、投影过小, 仅显示车速、挡位等信息, 且存在安全隐患, 预计未来市占率将逐年下降; W-HUD 是将信息直接成像在挡风玻璃上, 由于其尺寸更大、成像距离更远, 成本也相对较低, 预计短期内增长将维持迅猛态势; AR-HUD 则是结合 ADAS 进行信息显示, 其显示范围更多、成像距离更大, 但成本较高, 未来随着成本降低, 将逐步取代 W-HUD 市场, 提高其市占率; 全景 HUD 则应用于 L4 级智能驾驶, 通过大成像尺寸, 显示更多信息, 同时兼容远近距离成像, 可以提供驾驶信息和娱乐信息, 目前离商业化应用尚远。

图364: HUD 光学测距示意图



资料来源: 德州仪器, 浙商证券研究所

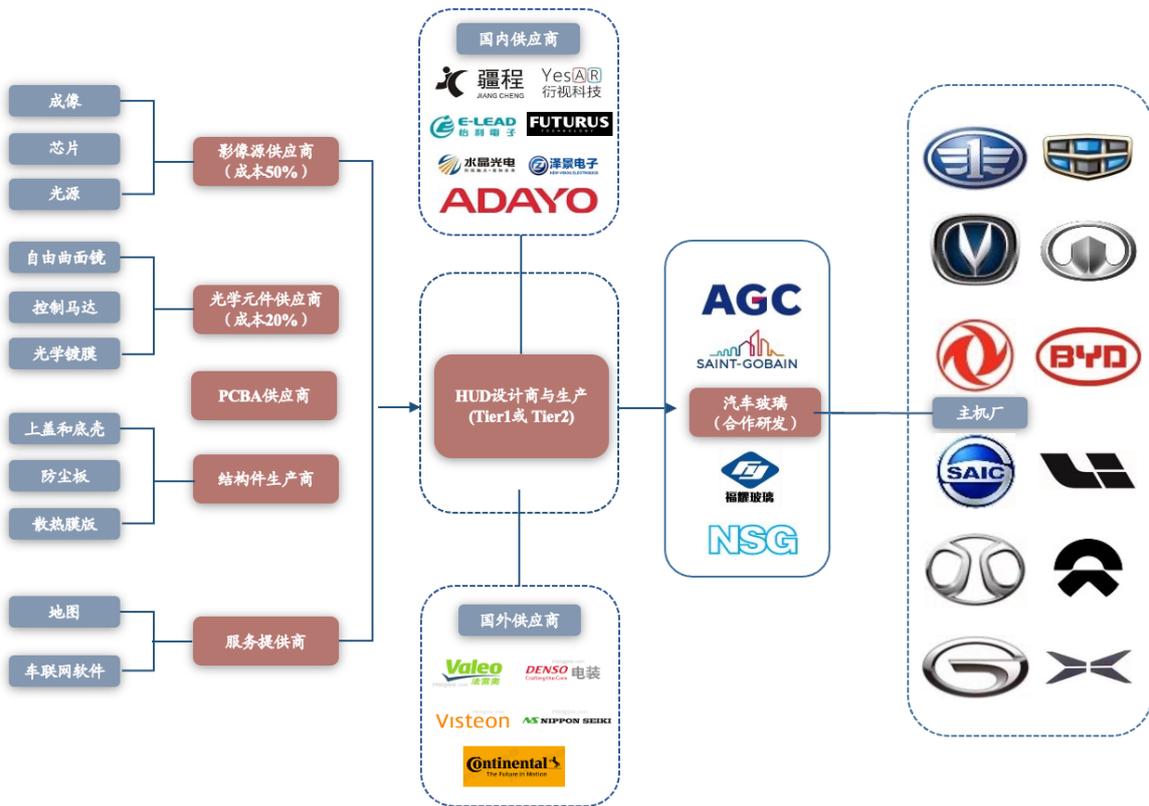
15.1.2 产业链概况

一、产业链:影像源占据 HUD 主要成本, HUD 厂商处于 Tier1 或 Tier2 位置

当前影像源占据 HUD 整体成本的大头。HUD 整体结构主要由影像源 (占成本 50%)、光学元件 (占成本 20%)、PCBA 和结构件构成。目前尚未引入相关服务类软件, 随着未来服务提供商的引入, 将为用户提供更多增值服务。

HUD 的搭载需要汽车前挡风玻璃进行定制化生产, HUD 厂商处于 Tier1 或 Tier2 位置。一般是在双层玻璃中加入楔形 PVB 膜, 玻璃参数由主机厂、玻璃厂和 HUD 设计商共同决定, 福耀玻璃已拥有成熟技术。目前大部分主机厂均在部分车型上标配 HUD, 其中奔驰 S 级、大众 ID. 4、红旗 HS9 已搭载 AR-HUD。

图365: HUD产业链



资料来源: 各公司官网整理、浙商证券研究所

二、技术路线:TFT 因成本与体积优势成当前主流技术, 未来将向 DLP 演进

影像源具体可分为 TFT、DLP、激光和光波导四种技术。当前, 尽管多家主机厂推出 AR-HUD 车型, 但基本处于小规模试水阶段, 要想大规模应用尚待解决图像畸变、阳光倒灌、成本高、体积大等难题。影像源作为 AR-HUD 核心部件, 成为解决上述问题的关键。

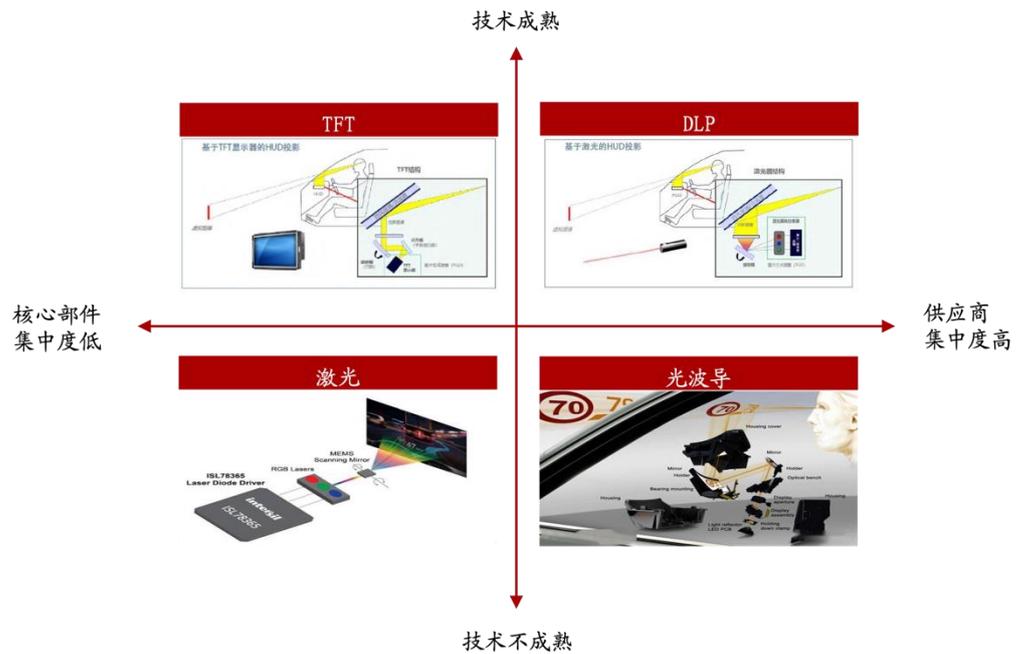
TFT 是当前影像源主流方案, 其技术成熟、成本较低, 显示效果可满足现阶段需求, 被大量用于 W-HUD 产品, 普及率较高。该方案也存在缺点, 包括投影距离较近, 此外会出现阳光倒灌现象, 即当挡风玻璃长时间受到太阳直射时, HUD 中的 LCD 屏会面临烧屏风险。大众 ID 系列、红旗 E-HS9、WEY 摩卡等均采用 TFT-LCD 方案。代表供应商有德国大陆、华阳集团、日本电装、水晶光电、台湾怡利、未来黑科技等。

激光投影方案采用源扫描式投影, 结构简单光学引擎大幅度简化。激光投影优越性明显, 但也存在较明显的缺陷, 即需要有机玻璃做光学分散, 成本较高, 此外, 也达不到车规级 85℃ 要求。因此, 如果在成本端和温度实现技术突破, 未来可挖掘潜力大有前景。2022 年, 松下与 Envisics 合作研发的双视激光全息 AR-HUD 将首搭凯迪拉克 LYRIQ。该系统拥有远、近两个投射显示区域, 可显示目的地实景标记、实景导航、前向碰撞预警、指令变道等。代表供应商有先锋、松下、锐思华创等。

光波导技术来源于 AR 眼镜, 是利用不同折射率介质界面处光发生全反射, 从而控制光路的技术。光波导技术的应用, 能解决目前 HUD 布置空间不足的问题, 很大程度上依赖结构设计难度。目前, 光波导技术还没有在 HUD 领域批量应用, 而且上游供应商较为集中, 国内只有三极光电、华阳集团等少数供应商。

DLP 技术与投影仪的影像源原理相同,是将图像投影形成实像的技术,有温升控制特性,适用于对器件耐热性要求高的 AR-HUD。未来, DLP 技术将随 AR-HUD 普及而成主流技术。DLP 最能解决实现 AR-HUD 时的成像质量、耐高温性和设备体积三元悖论。在成像质量方面, DLP 可与 RGBLED 结合; 在耐高温性方面, DLP 具备较高光效, 借助透明光扩散板反射光能, 从而防止温度过高; 在缩小设备方面, 电磁波导和全息投影方案可实现缩小 AR-HUD 设备体积, 而 DLP 与此二者均有较高兼容度。目前, DLP 投影芯片被 TI 垄断市场, 成像效果好, 但成本高。应用车型有奔驰 S 级、广汽传祺第二代 GS8 等。代表供应商有德国大陆、华阳集团、日本精机、泽景电子、LG 电子、点石创新等。

图366: HUD 主流投影技术路线对比



资料来源:《车载 HUD 的发展现状及趋势分析》, 浙商证券研究所

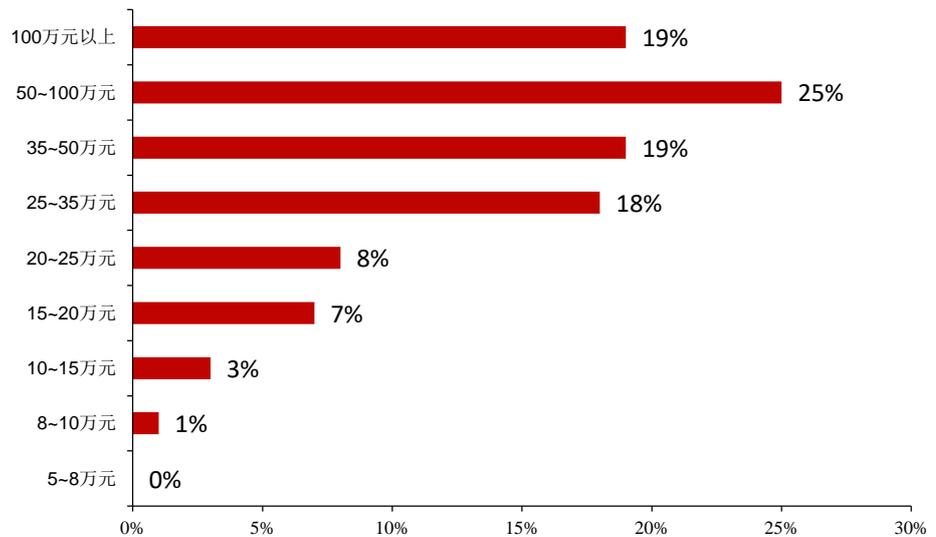
15.1.3 市场供需

一、需求端: 国内市场快速崛起, HUD 需求量持续提升, 短期将快速放量

消费者对智能座舱付费意愿提升、国产化成本下降及 HUD 向大众车型下探共同驱动 HUD 需求增长。消费者端能展示盲区监测等更多 ADAS 功能、减少低头幅度以提高驾驶安全、消费者对选配接受度提升, HUD 制造端体积缩小且 FOV 扩大的光学技术进步、国产化带来降价, 汽车 OEM 端头部品牌搭载带来示范效应, 使前装 HUD 向中低车型下探渗透。

存量市场存在更新换代机会, 增量市场增长迅速。由于占领后装市场的 C-HUD 使用效果不佳, 未来该细分市场将转型升级, 逐渐替换为 W-HUD 并转向前装市场。近年来, 各大主机厂上市的车型许多配备了 HUD, 以售价 25 万元以上的中高端车为主, 其中以 BBA 为首的德系车及日系车 HUD 率较高, 比如宝马全系标配或选配 HUD, 当前新车型搭载 HUD 已成行业趋势。

图367: 2017-2020年按车型指导价 HUD 的渗透率情况



资料来源: 观研报告, 浙商证券研究所

HUD 市场持续向低端车型渗透, 高端车型开始尝试 AR-HUD。近年来新发布的 20 万元以内的中低端车型陆续布局 HUD, 如长城、蔚来、理想、吉利、一汽红旗的多款车型都标配 W-HUD 系统, 持续向市场释放利好信号。未来 HUD 在中低端车型的搭载将爆发式增长, 下沉市场增长可期。当前, 已有主机厂尝试 AR-HUD, 目前 AR-HUD 在 25 万以上的中高端车型有量产, AR-HUD 能更好地结合车联网软件, 可在座舱智能体系内提供增值服务。2021 年以来, AR-HUD 搭载在多款新车上, 包括奔驰 S 级、红旗 E-HS9、长城摩卡、吉利星越 L、大众 ID 系列、广汽传祺 GS8、北汽魔方、飞凡 R7 等。随着技术和产业链成熟, AR-HUD 大规模放量未来可期。

图368: 国内主要 AR-HUD 车型量产计划



资料来源: 佐思汽研, 浙商证券研究所

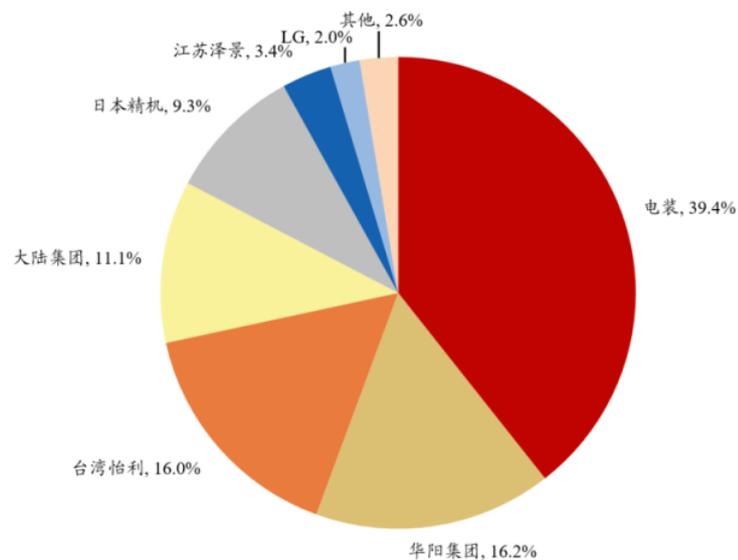
当前自主品牌中共已有多款走量车系搭载 HUD, 合资品牌中 HUD 主要搭载中高端车型。其中, 长城、上汽、吉利是布局最早、发展最快的主机厂, 长城、上汽大通表示未来所有车型都会有 HUD 配置。当前合资品牌中, HUD 主要搭载中高端车型。其中, 德系车配置车系最多, 奥迪 A4L 更是 9 个车型全部标配; 在日系品牌中, “国民车” 凯美瑞全系标配, 一些日系车 HUD 仍为 C-HUD, 未来将逐步换为 W-HUD 与 AR-HUD; 美系车中, 别克与凯迪拉克是主要搭载 HUD 的品牌。合资品牌采购一般在国内, 供应商选择权也由国内掌握。HUD 作为高度定制化产品, 每个车型都需定制设计, 拥有本土团队是重要的竞争壁垒, 未来增量市场中国品牌有优势。

二、供给端：HUD 竞争格局变化迅速，国内企业有望占领 AR-HUD 增量市场

HUD 市场集中度较高，行业高速发展中，格局变化快。HUD 市场过去被国际企业垄断，尤其国际企业掌握最关键的影像源技术。据高工智能汽车研究院数据，2021 年中国 W/ARHUD 供应商中，日本电装市场份额最大，近 40%，而华阳集团紧随其后，市场份额达 16.18%，在国内企业中排名第一，截至 2022 年 6 月，华阳已累计出货超 56 万台 HUD。但近年来，各 HUD 产商市占率变化较大，说明行业处于高速发展中，增量市场是新企业增长的重要来源。

国内头部企业凭借技术积累，快速抢占 HUD 增量市场。2020 年，全球市场精机、大陆、电装市占率分别为 55%、18%、16%，而国内市场主要由华阳、泽景、台湾怡利、未来黑科技等供应商占领，国外企业尚未入局。此外，原先的博世、伟世通已退出 HUD 市场，后者通过延锋与未来黑科技合作。凭借长期的技术积累，华阳已在中国 HUD 市场取得明显优势。据高工智能汽车研究院数据，2021 年中国 W/AR-HUD 供应商中，前五名依序为电装（39.4%）、华阳（16.2%）、怡利（16.0%）、大陆集团（11.1%）、日本精机（9.3%）。2022 年 1-9 月，中国市场乘用车 W/AR-HUD 前装标配交付上险的前五名分别为电装（34.09 万辆）、华阳（16.31 万辆）、怡利（14.64 万辆）、日本精机（8.55 万辆）、大陆集团（7.51 万辆）。

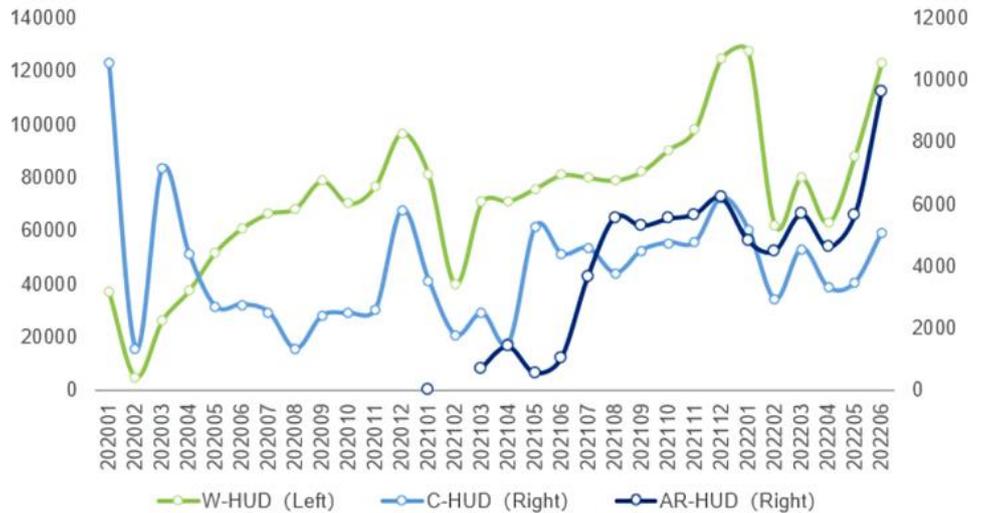
图369： 2021 年中国 HUD 市场份额占比（%）



资料来源：高工智能汽车研究院，前瞻产业研究院，浙商证券研究所

产品集中于 W-HUD 赛道，国内企业有望在 AR-HUD 方向实现弯道超车。当前各厂商基本实现 W-HUD 量产，可实现 10° 左右的视场角和 5 米左右的成像距离。国内外厂商在 AR-HUD 研发和推广上，基本处于同一起跑线，因此技术差距很小。此前，AR-HUD 仅有日本精机等少数供应商有量产能力。目前，华阳集团、未来黑科技、水晶光电等国内企业在 AR-HUD 产品上纷纷量产布局。据佐思汽研统计，2022 年上半年国内乘用车新车 HUD 装配量 60.3 万辆，同比增长 36.2%；其中，AR-HUD 装配量 3.5 万辆，占比 5.8%。AR-HUD 自 2021 年初量产，装配量一路攀升，2021 年 8 月首次超过 CHUD，2022 年 4 月开始拉升。

图370: 2020-2022年国内乘用车新车 HUD (分类型) 装配量月度走势 (辆)



资料来源: 佐思汽研数据库, 浙商证券研究所

国外厂商供货全球, 国内厂商则以本土为主。目前产业生态已初步形成, 德系车主要由大陆与精机供货, 日系车主要由精机与电装供货, 美系车主要由大陆供货, 而自主品牌和部分合资品牌选择国内供应商, 对应关系分别为: 长城-华阳、未来黑科技, 一汽-怡利, 吉利-怡利、泽景、精机, 蔚来-泽景, 理想-未来黑科技, 其他品牌后续车系与车型仍是竞争的重点。

15.1.4 市场竞争

一、竞争壁垒: 成本、本地化、体积与软件研发成 HUD 供应商的核心能力

产品成本壁垒方面, 传统主机厂和造车新势力均对成本敏感, 性价比是打入主打中低端车型的自主品牌的关键。成本的壁垒主要来自产品的可复用化设计和优化设计。如怡利电子通过简化 HUD 结构、未来黑科技计划通过模块化设计等方式来降本。此外, 国内还具备原材料价格与人力价格优势。

本地化团队壁垒方面, HUD 需针对每款车型进行区别化设计。由主机厂、HUD 设计商、挡风玻璃供应商合作研发, 需 HUD 供应商具备量产经验且能快速响应。目前, 大部分海外供应商在中国本地均没有团队, 拥有团队的大陆公司的研发能力也不强。需依靠德国研发支持, 组建不久的电装团队由于语言和时差原因也不能快速响应。随着 HUD 展示的信息越丰富, 主机厂对定制化要求提高, 会更偏好选用本地厂商。

产品体积壁垒方面, HUD 加装在方向盘后的 IPCover 下, 该区域结构复杂且空间小, 不同车型的空间结构也不同。HUD 需经复杂设计才能容纳在该空间, 这也是目前 AR-HUD 不能大规模应用的原因之一。目前, TFT 路线下的 W-HUD 体积约 7-8L, DLP 路线下体积增加约 20%, AR-HUD 体积也远大于 W-HUD 体积, 目前约 14-15L。正因为 HUD 对空间要求较高, 难以适配给此前没有安装 HUD 的老车型, 通常只能装载在研发时就为 HUD 设计空间的新车型上。

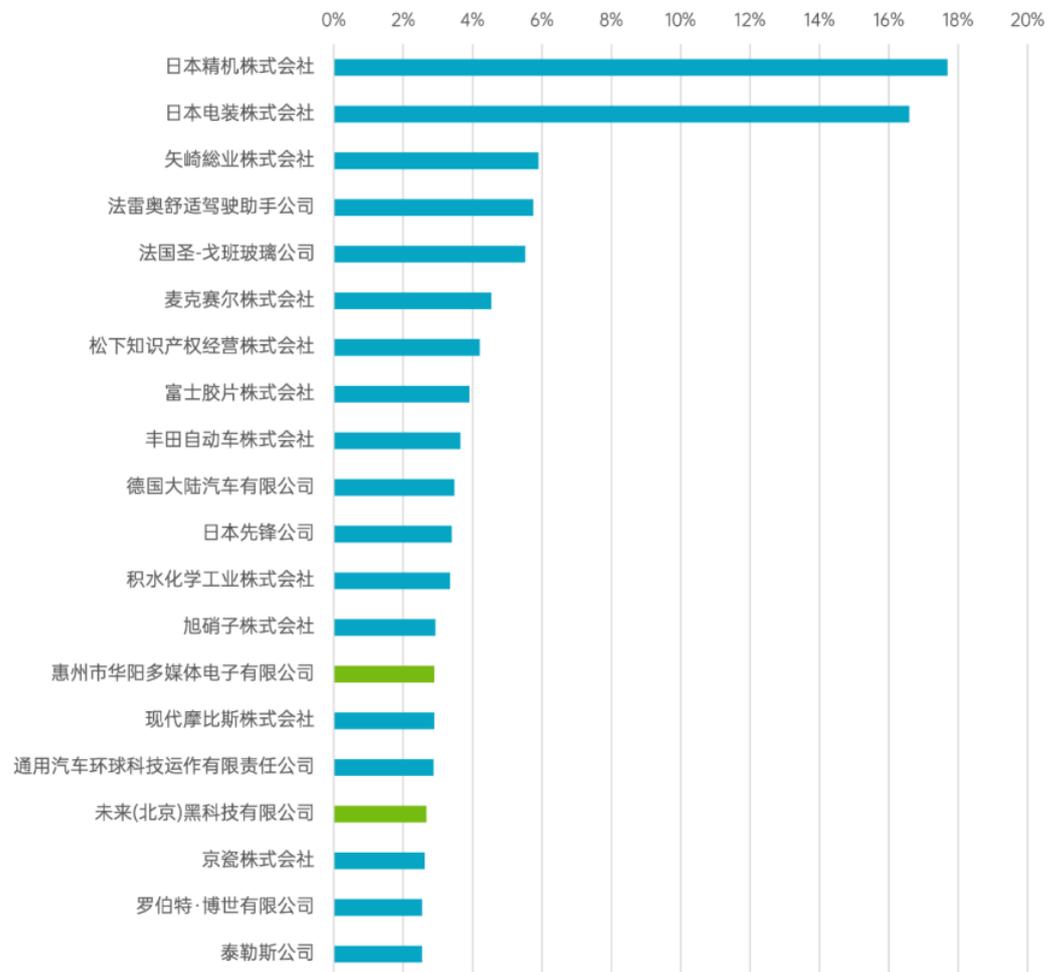
软件研发壁垒方面。HUD 作为智能座舱的关键组件, 结合图像处理、ADAS、地图导航等应用, 未来将搭载软件提供增值服务。因此, 软件研发能力尤为重要, 尤其是 AR-HUD 中的图像处理软件, 需要第三方开发。目前, 本土厂商没有一家可供应软件, 主机厂也没有相应

的软件能力来实现软件的适配。此外,光学设计也很重要,好的光学设计可使 HUD 质量稳定、不受阳光倒灌干扰(避免烧屏)、以尽可能小的体积满足更大的视距和视角。ARHUD 对软件要求较高,短期内无法融合到域控制器中,不会降低价值量。

二、竞品对比: 日企研发领先, 本土厂商研发正持续突破且有本地化优势

HUD 技术专利集中度较高,呈“两超多强”的研发格局,日本精机和日本电装技术研发领先。据智慧芽数据,全球 HUD 专利量前 20 的申请人持 HUD 专利总量 5700 余件,约占 HUD 专利总数的 29%。其中,日本精机以超过 1000 件专利量排名第一,占比约 18%,日本电装占比约 17%,11 家日企占全球 HUD 技术前二十名专利申请人申请量的 69%,体现出日企深厚的 HUD 技术储备。而我国仅有华阳和未来黑科技两家上榜,分别位列第 14 和第 17 名。

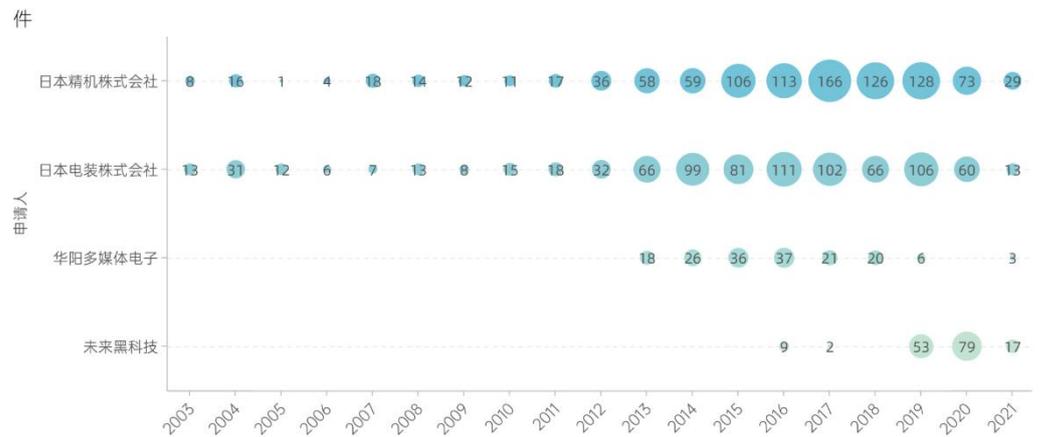
图371: HUD 技术全球专利申请量排名前二十申请人



资料来源: 智慧芽, 浙商证券研究所

日企研发起步早, 华阳和未来黑科技等国内企业在 HUD 核心技术研发上持续突破。日本精机和日本电装在研发起步时间和年均专利申请量上都保持领先, 华阳和未来黑科技分别于 2013 年和 2016 年才在 HUD 领域研发有所进展, 国产公司研发存在显著差距。不过, 近年来, 华阳和未来黑科技在 HUD 核心技术的研发上持续突破, 在质量达标前提下, 整车厂更倾向于选国产 HUD 企业作为定点供应商。

图372: 日本精机、日本电装、华阳、未来黑科技历年专利申请量



资料来源: 智慧芽, 浙商证券研究所

国内企业虽起步较晚, 但存在显著的本地化优势。日本精机在中国没有研发团队和工厂, 在价格及响应速度方面都不及本土厂商, 因此主要供应全球的主机厂, 失去了大部分国内市场。大陆和电装虽在国内有技术团队, 但研发能力较弱, 没有竞争优势。国内 HUD 的技术水平相较于国外更弱, 尤其 AR-HUD 软件开发能力较弱, 但本土厂商由于在国内拥有团队和工厂, 因此在响应速度和产品价格方面都有优势。

15.2 公司业务: 华阳集团经验丰富且研发提速, 汽车电子主业持续高增长

15.2.1 公司概况

一、历史沿革: 国企改革解放生产力, 铸就国内外领先的汽车电子供应商

惠州国企改革解放华阳集团生产力。华阳集团前身为 2002 年改制设立的有限责任公司华阳有限, 华阳有限前身为 1993 年设立的全民所有制企业华阳实业。2001 年, 华阳实业集团改制为有限责任公司, 通过职工出资购买国有资产, 引入职工持股。经多次股权转让, 华阳集团变成由 8 名自然人 (邹淦荣、张元泽、李道勇、吴卫、陈世银、李光辉、曾仁武、孙永镛) 实控的民企。此次国企改革, 使公司开始年轻化进程, 集团给予子公司放权, 70/80 后管理层开始上位。2002 年, 华阳集团开始生产家庭和汽车用的消费类 CD、VCD、游戏机的机芯及零部件。

低谷期转型成功后覆盖汽车四大业务板块。2010 年, 技术变迁导致媒体行业从视盘机进入数码时代, 华阳集团业务下滑, 公司决定转型进入汽车电子领域。2011 年, 为规范职工持股事项、引入财务投资者, 中山中科、中科白云通过受让部分职工持股成为公司股东; 2013 年, 华阳有限变更为股份公司, 并更名为华阳集团。2017 年 10 月在深交所上市, 现已形成汽车电子、精密电子部件、精密压铸、LED 照明四大业务板块。

图373: 华阳集团发展历程



资料来源：华阳集团，盖世汽车，浙商证券研究所

二、团队背景：管理层深耕汽车电子行业 30 年，高管多数来自内部晋升

邹淦荣深耕汽车电子行业近 30 年。董事长邹淦荣出生于 1963 年。华东交通大学机制工艺与设备专业毕业后，留校任教。几年后辞职下海，加入惠州华阳实业集团与日资企业合办的合资公司信华精机，信华精机主要从事 CD、DVD 机芯、光头和精密镀膜加工等业务。最开始，邹淦荣负责质量管理工作。6 年后，调到新加坡合资企业安特工业做副总经理。1999 年，调回华阳实业集团总部，逐渐进入管理层。2007 年出任华阳集团总裁、2011 年出任华阳集团董事长兼总裁、2013 年出任华阳集团董事长兼总裁。

团队共事数十载，管理团队涵盖技术、运营、商务等职能，互补性极强，理念相近效率高，“和而不同”。目前，华阳集团实控人共 8 人，意见不一致时投票按持股比例少数服从多数，一旦表决必须一致行动。邹淦荣表示：“这是一个制度上的安排，实际上我们没用过，因为还没碰到最后意见不一致的情况。我们几个人在一起少的工作 15 年以上，多的有 20 多年，理念上很相近。”2021 年，德国大陆集团抬头显示器产品中心中国区负责人、研发部总监杨晶加入华阳集团，任华阳多媒体 HUD 研发总监，进一步巩固公司 HUD 实力。

表65: 华阳集团部分高管履历

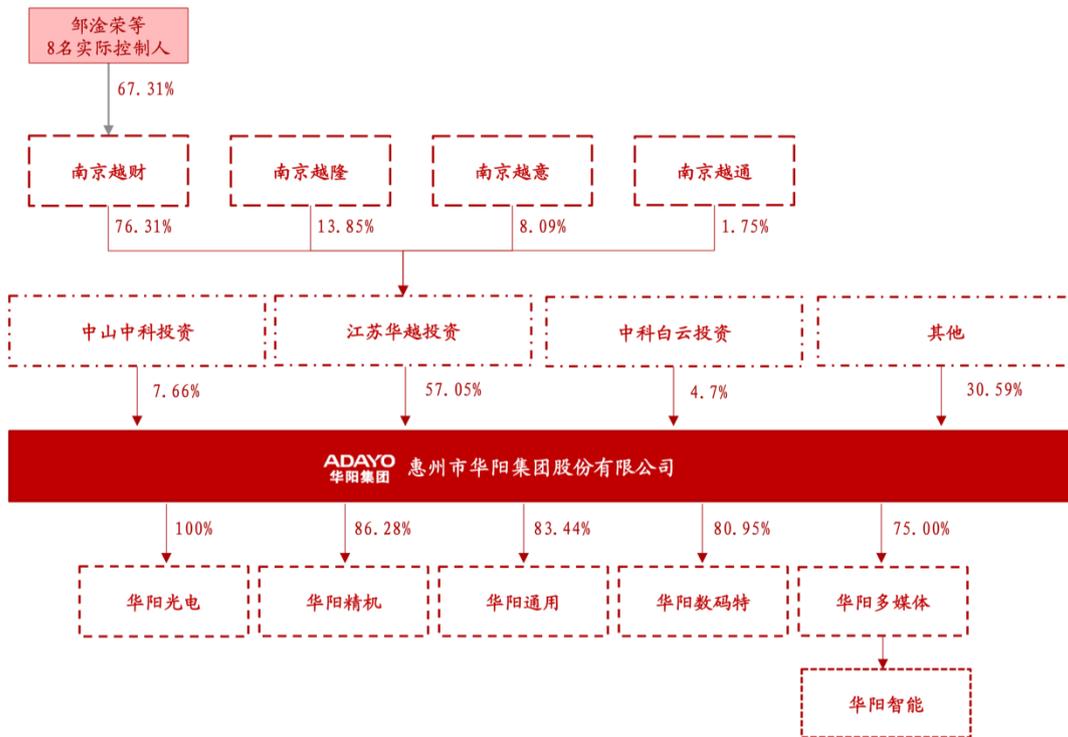
高管	学历	职务	年龄	履历
邹淦荣	本科	董事长、总裁	59	1963年5月生,本科学历;现任华阳集团董事长、总裁,江苏华越董事长,南京越财执行董事,安特(惠州)工业董事,安特惠州(香港)董事,惠州安特科技董事,安特科技(香港)董事,华阳医疗监事会主席。截至2022年9月7日,邹淦荣持南京越财15.62%股权,南京越财持江苏华越76.31%股权,邹淦荣间接持有公司股权,未直接持有公司股权,是公司实控人之一。
张元泽	硕士	董事	59	1963年5月生,研究生学历;2002年3月至2020年7月,任华阳光学董事;现任华阳集团董事,江苏华越投资董事。截至2022年8月20日,张元泽持南京越财12.17%股份,南京越财持江苏华越76.31%股权,张元泽间接持有公司股权,未直接持有公司股权,是公司实控人之一。
吴卫	本科	董事、副总裁	56	1966年10月生,本科学历;于2002年11月至2013年9月任华阳集团董事、副总裁;现任华阳集团董事、副总裁,信华精机董事,江苏华越董事,华阳数码特董事长,信华精机董事,华信投资执行董事,海宁信华电子董事。截至2022年9月7日,吴卫持南京越财12.17%股权,南京越财持江苏华越76.31%股权,吴卫间接持有公司股权,未直接持有公司股权,是公司实控人之一。
李道勇	本科	董事	59	1963年6月生,本科学历;于2005年8月至2013年9月任华阳集团董事、副总裁;现任华阳集团董事、副总裁,江苏华越投资董事,信华精机董事,杭州信华精机董事,海宁信华电子董事。截至2022年8月20日,李道勇持南京越财12.17%股份,南京越财持江苏华越76.31%股权,李道勇间接持有公司股权,未直接持有公司股权,是公司实控人之一。
孙永镛	本科	董事	53	1969年4月生,本科学历;2013年9月至2019年9月任华阳集团董事、董秘、财务总监;2019年9月至2020年8月,任公司董事、副总裁、董秘、财务负责人;现任华阳集团董事,江苏华越董事,华阳光学法人、总经理、董事,华阳医疗监事。截至2022年8月20日,孙永镛持南京越财1.85%股份,南京越财持江苏华越76.31%股权,孙永镛间接持有公司股权,未直接持有公司股权,是公司实控人之一。
陈世银	本科	副总裁	57	1965年11月生,本科学历;2005年6月至2018年6月历任华阳多媒体董事、总经理、董事长;2009年9月至2013年9月任华阳集团副总裁;2011年5月至2013年9月任华阳集团董事;2014年9月至2017年12月任华阳精机董事长;2012年10月至2021年6月任华阳光电总经理;现任华阳集团副总裁,华阳光电董事长,江苏华越董事。截至2022年9月7日,陈世银持南京越财6.33%股权,南京越财持江苏华越76.31%股权,陈世银先生间接持有公司股权,未直接持有公司股权,是公司实控人之一。
刘斌	本科	副总裁	57	1965年7月生,本科学历;2002年3月至2009年7月于华阳多媒体历任总经理助理、副总经理、常务副总经理、工会主席等职;2009年8月至2021年6月,任华阳精机总经理;2020年10月至2021年6月,任华阳通用副董事长;2019年9月至2022年9月,任华阳集团副总裁;现任华阳集团常务副总裁,华阳精机董事长,华博精机执行董事、总经理,华阳(德国)执行董事、总经理,江苏中翼董事长。截至2022年9月7日,刘斌直接持有公司120,000股股份;持南京越财1.37%股权,南京越财持江苏华越76.31%股权,刘斌间接持有公司股权。
李翠翠	本科	董秘	36	1986年04月生,本科学历;2010年7月至2011年7月任广东生益科技证券事务代表;2011年7月至2014年9月任深圳市沃尔核材证券事务代表;2014年9月至2015年5月任深圳市宇顺电子证券事务代表;2015年5月至今任公司证券事务代表;2020年8月至今任公司董秘。截至2022年9月7日,李翠翠直接持有公司30,000股股份。

资料来源:公司公告,浙商证券研究所

三、股权结构: 公司股权较集中, 核心依靠5家控股子公司深入开展业务

公司股权较为集中。公司注册资本4.76亿元,公司现有员工5278人,控股股东为江苏华越投资,截至2022年11月29日,其持股比例为57.1%。邹淦荣等8名实控人,通过南京越财持有华越投资76.31%股份,南京越隆、南京越意、南京越通均为公司员工持股平台。

图374: 华阳集团股权结构(截至 2022 年三季度)



资料来源: 公司公告, 浙商证券研究所

依靠子公司开展业务。公司业务由华阳通用（汽车电子）、华阳精机（精密压铸）、华阳多媒体（精密电子部件、汽车电子）、华阳数码特（精密电子部件、汽车电子）和华阳光电（LED 照明）等 5 家控股子公司开展。其中，华阳通用和华阳精机为核心经营主体，2021 年两者收入占比为 57.3%、19.2%，净利润占比为 35.5%、38.7%。华阳多媒体为 HUD 的经营主体，收入和净利润占比分别为 14.3%、12.6%。2021 年，公司成立华阳智能，提供生产自动化、物流自动化、锂电池 PACK、PCM 制造、消费电子等产品。

表66: 华阳集团主要控股公司

供应商	成立时间	直接持股比例	2022H1 营收 (亿元)	主营业务
惠州华阳通用电子有限公司	2002	83.5%	13.69	提供智能座舱域与智能驾驶域的产品及服务，包括信息娱乐、液晶仪表、屏显示类、组合座舱、座舱域控制器、空调控制器、车联网服务、360 环视、自动泊车、其它驾驶辅助系统等。产品行销 80 多个国家和地区。
惠州市华阳精机有限公司	2007	86.29%	6.13	精密锌/铝合金高压压铸零部件开发与制造，包括汽车电装零部件、光电零部件、工业控制零部件以及精密（压铸、注塑）模具等业务。
惠州市华阳多媒体电子有限公司	2001	75%	3.96	汽车抬头显示（HUD）、车载无线充电、车载翻转机构、DVD 机芯、智能制造装备等业务的研发、制造与销售，以及激光头及其精密部件的生产制造。
惠州市华阳数码特电子有限公司	2004	81%	0.93	汽车摄像头、行车记录仪及 LED 背光组件等电子产品的设计开发、生产制造和销售；拥有强大的 FPC/PCB 贴片加工能力。产品批量供应多家汽车厂和世界 500 强企业。
惠州市华阳光电技术有限公司	2012	100%	0.64	从事 LED 封装、LED 大功率电源、LED 灯具等照明产品研发、生产及销售。

资料来源: 公司官网, 公司公告, 浙商证券研究所

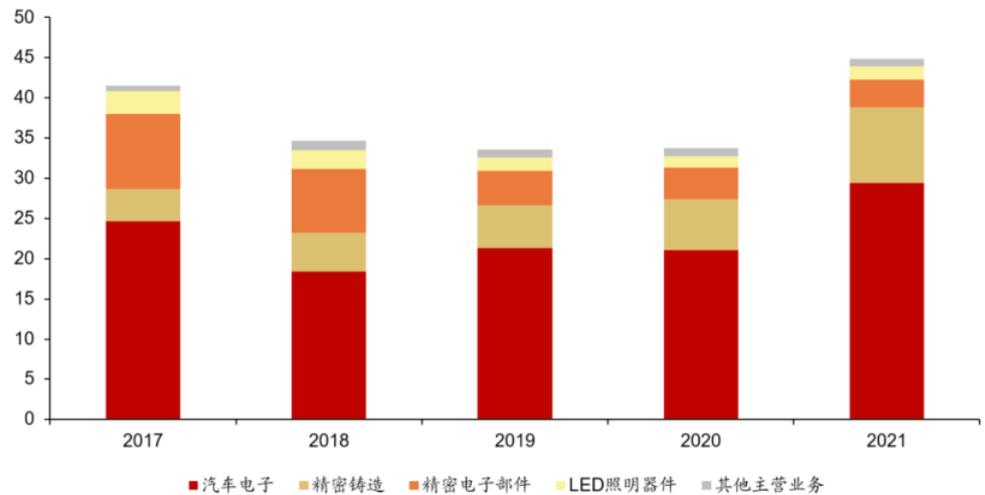
15.2.2 业务表现

一、业务概况: 业务涵盖汽车电子、精密压铸、精密电子部件及 LED 照明

公司聚焦汽车智能化、低碳化（轻量化），致力于成为国内外领先的汽车电子产品及其零部件的系统供应商。2021 年主营业务中，汽车电子营收占比 65.63%，精密压铸营收占比

20.9%，精密电子部件营收占比 7.66%，LED 照明营收占比 3.64%，其他营收占比 2.16%，各业务研发、生产、销售由各控股子公司开展。

图375： 公司收入构成（亿元）

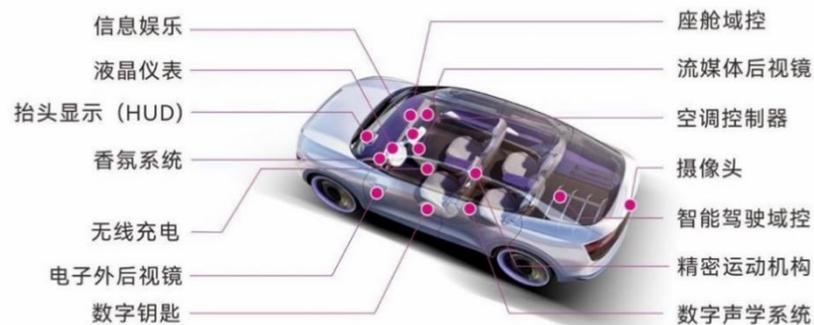


资料来源：wind，浙商证券研究所

汽车电子板块主要面向整车厂提供配套服务，汽车电子业务三季度新订单开拓顺利。公司拥有丰富的智能座舱、智能驾驶和智能网联产品线，产品包括信息娱乐、液晶仪表、抬头显示（HUD）、流媒体后视镜、座舱域控制器、数字声学系统、空调控制器、无线充电、360 环视系统、自动泊车系统（APA）、盲区监测（BSD）、驾驶员监测系统、高清摄像头、其它驾驶辅助系统、车联网服务等。2022 年第三季度，公司汽车电子产品获长安、北汽、长城吉利、广汽、理想、小鹏、比亚迪、东风乘用车、江淮、奇瑞、PSA、VinFast 等客户的新定点项目，新项目订单金额同比增幅较大，新能源订单占比不断提升。

相对其他汽车电子企业，华阳先发优势明显。华阳在座舱领域有价值量较高的车机中控、液晶仪表、车载大屏、座舱域控、W/AR-HUD 产品量产，电子外后视镜、车载功放已有成熟技术储备，在座舱这一感知最为明显的领域，相较其他头部汽车电子企业，华阳在产品储备上有一定优势。

图376： 公司汽车电子产品在汽车的应用场景示意图



资料来源：公司公告，浙商证券研究所

精密压铸业务包括汽车关键零部件、精密 3C 电子部件及工业控制部件等产品线，今年新订单开拓额同比增幅较大。提供产品协同开发、模具设计及制造、精密压铸及机加工、表面处理、组装等一站式服务。精密压铸布局铝/镁合金轻量化领域，在原有优势产品上延伸

覆盖新能源三电系统、热管理系统、智能座舱系统、智能驾驶系统，业务开拓持续向好，今年三季度承接了比亚迪、博格华纳、博世、采埃孚、大陆、大疆等客户的订单项目。

图377： 公司精密压铸产品在汽车的应用领域示意图



资料来源：公司公告，浙商证券研究所

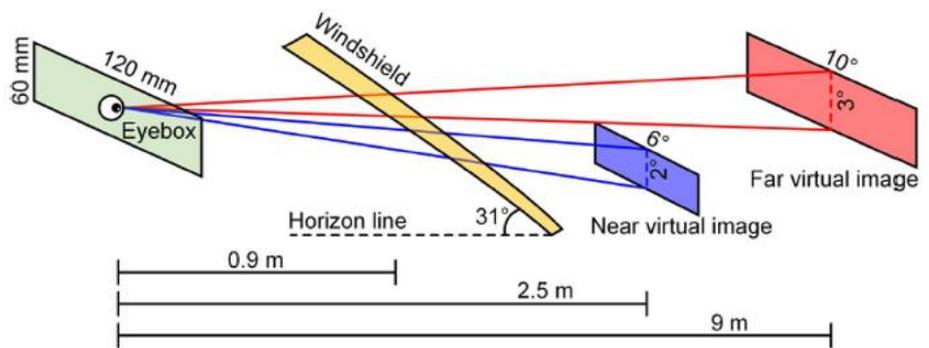
LED 照明板块拥有 LED 照明灯具、LED 电源、LED 封装等业务。主要产品包括智能照明、工程照明、商业和工业照明灯具，LED 电源、封装产品等，采用订单式生产模式。

精密电子部件板块主要生产与光盘应用相关的产品。拥有机芯、激光头及组件等产品线，相关产品产销量位居行业前列。激光头及组件等产品主要为国际知名企业代工，机芯类产品为公司自主研发，并根据客户订单安排生产。

二、HUD 表现：AR-HUD 双焦面技术有突破，头部 HUD 本土供应商地位稳固

华阳 AR-HUD 产品双焦面、斜投影等技术上已实现突破。AR-HUD 量产瓶颈之一是数字投影与物理驾驶环境的融合，对导航精度、图像识别效率及 AR 算法灵敏度等都有高要求。由于 AR-HUD 投影距离 7.5-13 米，如果只采用一个焦面显示，很难直观阅读文字。因此，将 AR-HUD 显示画面分为两个焦面来显示不同距离的场景成重要趋势。其中，一个焦面显示近景信息，如时速、里程等替代仪表的信息，另一个焦面则显示更丰富、更大面积的远景信息。2022 年 5 月，华阳宣布 AR-HUD 双焦面技术实现重要突破，基于单 PGO 设计方案，打造了在体积、显示效果、BOM 成本等方面都具备优势的双焦面 AR-HUD，并获长城定点项目。

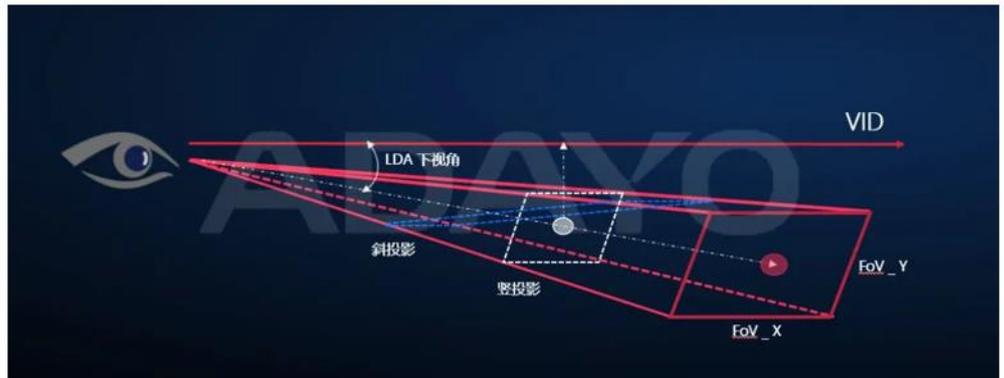
图378： 双焦面 HUD 设计要求示意图



资料来源：耐德佳显示，浙商证券研究所

斜投影产品采用光学变焦技术，实现体积小、成本相对低、同等参数条件下实现更好的 AR 显示效果，目前已向市场推广；与华为合作的 LCoS 项目持续推进研发，已获得多个定点项目。

图379: 斜投影原理示意图

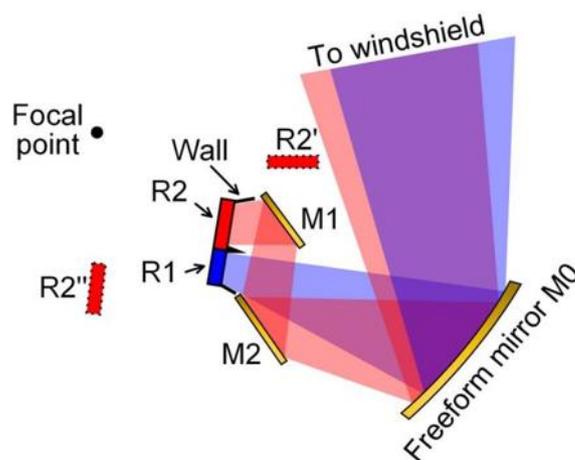


资料来源: 耐德佳显示, 浙商证券研究所

公司 AR-HUD 方案均有量产或开发中项目, 并推进光波导技术在 AR-HUD 的应用。2022 年第三季度公司 HUD 获长城、长安、广汽、吉利 VinFast 等客户的新定点项目, 在参与多个合资、新势力车企的项目竞标。2022 年前三季度 HUD 出货量同比大幅增长, 第四季度预计有多个 W-HUD 和 AR-HUD 项目量产。公司 AR-HUD 包括 TFT、DLP、LCOS 等技术方案, 目前均有量产或开发中项目, 并通过自研、合作研发等方式推进光波导在 AR-HUD 的应用。2022 年 6 月 30 日, 华阳与华为签署智能车载光业务合作意向书, 双方将在智能汽车尤其是 AR-HUD 领域进行深入合作。

华阳 HUD 专利数国内第一。根据智慧芽数据, 截至 2022 年 6 月, 华阳多媒体共有 HUD 相关专利 99 件, 华阳多媒体的 HUD 专利数在全球排第 14 位, 在国内位居第一。未来凭借技术引领客户需求, 率先进入中高端市场, 实现电动和智能车的高比例渗透。长期来看, 华阳将通过卓越的光学、软硬件和产品开发能力, 推进以人机交互为核心的智能座舱及智能驾驶的商业化进程。相对 HUD 初创企业, 华阳在技术储备、车规标准控制、量产能力上有较强优势。

图380: 双焦面 HUD 结构示意图



资料来源: 前瞻产业研究院, 浙商证券研究所

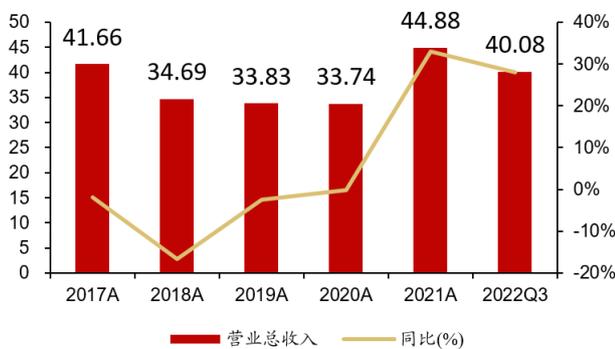
15.2.3 财务表现

一、财务概况: 2022 年 Q3 实现营收利润双增, 毛利率相比于 Q2 显著提升

公司 2022 年前三季度收入 40.08 亿元，同比增长 28.03%；归母净利润 2.67 亿元，同比增长 28.28%；扣非归母净利润 2.48 亿元，同比增长 40.71%。单季度看，2022 年 Q3 收入 15.23 亿元，同比增长 40.99%；归母净利润 1.04 亿元，同比增长 46.23%；扣非归母净利润 0.99 亿元，同比增长 57.83%，业绩表现优异。汽车电子业务新产品加速落地，精密压铸业务部分技术突破，HUD 产品加速升级，看好华阳集团长期发展。

汽车电子新产品升级放量，对冲并购导致毛利率下滑。HUD、无线充、液晶仪表等汽车电子新产品持续放量，带动毛利率提升，对冲了收购江苏中翼导致的毛利率下降。公司 2022 年 Q3 毛利率 21.95%，毛利率相比于 Q2 有显著提升。公司汽车电子毛利率保持在 21%-23%，相对平稳，其中 HUD 毛利率在 28%-30%，随着 HUD 业务快速放量，汽车电子业务毛利率有望提升；精密压铸毛利率曾长期维持在 30%水平，去年至今年 H1 由于铝价上涨，毛利率下降明显。

图381： 华阳集团营业收入（亿元）



资料来源：wind，浙商证券研究所

图382： 华阳集团归母净利润（亿元）



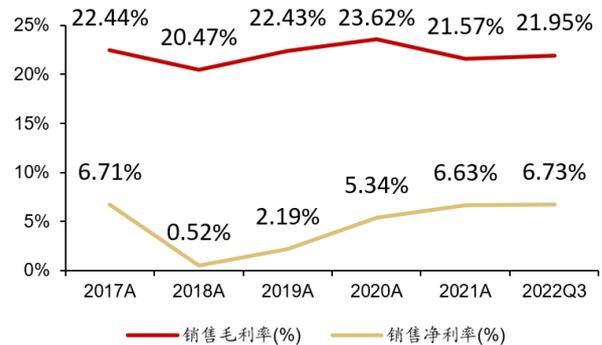
资料来源：wind，浙商证券研究所

图383： 华阳集团扣非后归母净利润（亿元）



资料来源：wind，浙商证券研究所

图384： 华阳集团毛利率和净利率（%）

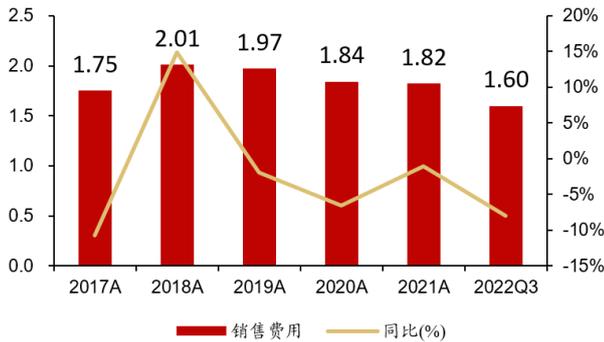


资料来源：wind，浙商证券研究所

二、费率表现：规模效应带动销售费率显著下降，研发投入力度持续加大

费用方面，随着规模效应的显现，销售和管理费用率显著下降，研发投入力度加大。2022 年 Q3 销售费用率 3.99%，销售费用同比减少 8.05%；管理费用率 3.04%，管理费用同比增长 7.02%；研发费用率 8.48%，研发费用同比增加 39.34%。前三季度净利率达 6.73%，维持稳健态势。销售费用与管理费用较上年显著减少，为准备新项目研发，增加人员数量并提升薪酬，导致研发费用率提升。

图385: 华阳集团销售费用(亿元)



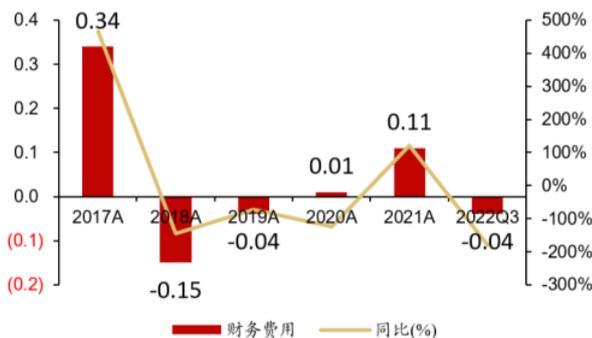
资料来源: wind, 浙商证券研究所

图386: 华阳集团管理费用(亿元)



资料来源: wind, 浙商证券研究所

图387: 华阳集团财务费用(亿元)



资料来源: wind, 浙商证券研究所

图388: 华阳集团研发费用(亿元)



资料来源: wind, 浙商证券研究所

15.3 风险提示

疫情控制低于预期, 影响供应链稳定; 新能源车销量增长幅度可能低于预期; 智能化渗透率低于预期; 科技巨头入局导致竞争加剧

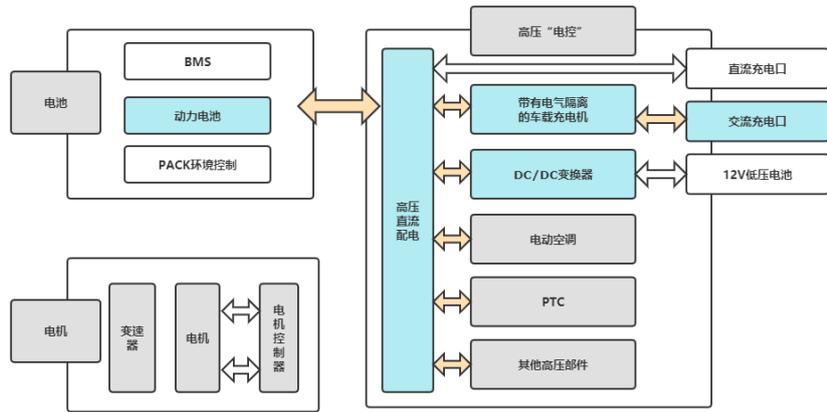
16 小三电: 高压电动趋势下, 量价齐升

16.1 电动化带来“小三电”增量

16.1.1 OBC、DCDC、PDU 构成新能源“小三电”

由于动力系统不同, 新能源汽车“三电”取代了传统燃油车有油箱、发动机、变速箱等。新能源汽车的增量部件主要包括大三电(动力电池、电机控制器、电机)以及小三电(车载充电机 OBC、DC/DC 变换器、高压配电箱 PDU)。

图389： 新能源汽车核心零部件



资料来源：欣锐科技招股说明书，浙商证券研究所

车载充电机（OBC）可实现新能源汽车慢充功能。车载充电机固定安装在电动汽车上，在充电时连接交流充电桩，起到将交流电转化为直流电，为动力电池慢速充电的作用。400V 架构下 OBC 的功率多为 3.3、6.6kW，而为了满足 800V 架构下的充电需求，11、22kW 的 OBC 已被研发并或将在未来成为主流功率。

图390： 车载充电机（OBC）外观示意图



资料来源：欣锐科技 2021 年年度报告，浙商证券研究所

DC/DC 变换器（直流-直流变换器）从动力电池取电，给车载 12V 或 24V 低压电池充电。DC/DC 可以将动力电池输出的某一数值的直流电源电压转化为另一数值的直流电源电压，起到调节电源输出、稳定电源电压的作用。通常可以分为三种：高压转高压 DC/DC 变换器、高压转低压 DC/DC 变换器、低压稳压 DC/DC 变换器。

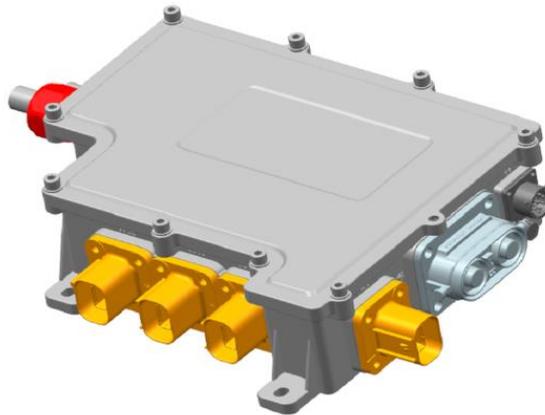
图391: DC/DC 变换器外观示意图



资料来源: 欣锐科技 2021 年年度报告, 浙商证券研究所

高压配电箱 (PDU) 对整车高压电管理, 将电能传送到电机、空调、加热器等设备。是电动汽车电能分配单元,通过母排及线束连接高压元器件,起到高压系统充放电控制、高压部件的电控制、电路过载短路保护、高压采样、低压控制等功能,并起到保护和监控高压系统的运行的作用。

图392: 高压配电箱 (PDU) 外观示意图



资料来源: 河南航瑞官网, 浙商证券研究所

小三电单车价值约 3500 元, 车载电源集成式产品单价约 3000 元。其中 OBC 单车价值最高, 在 2000 元左右, DC/DC 变换器单车价值区间在 1000-1600 元, PDU 在 500 元左右, 车载电源总成产品 (二合一或三合一) 单车价值在 2200-3400 元之间。

表67: 小三电单车价值量

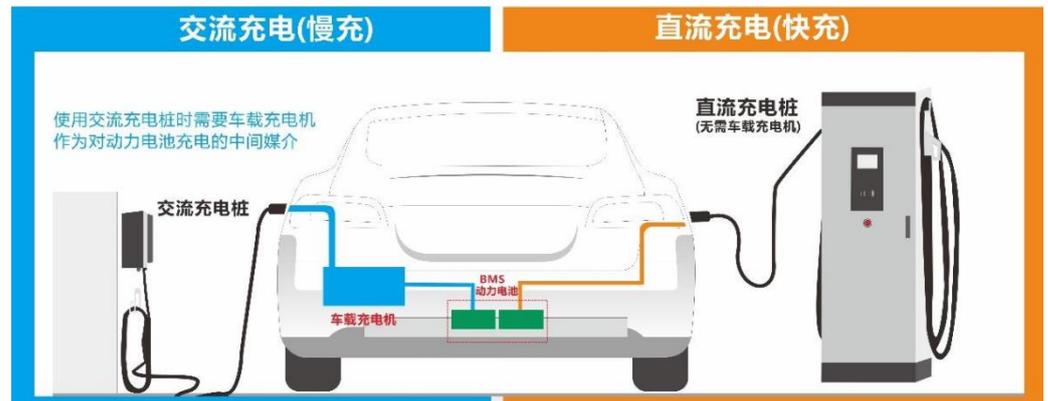
器件	单车价值
OBC	2000-2100
车载 DC/DC 变换器	1000-1600
PDU	200-800
车载电源集成产品	2200-3400

资料来源: 威迈斯招股说明书, 欣锐科技 2021 年年度报告, 华丰科技发行人及保荐机构回复意见 (2022 半年报更新版), 浙商证券研究所

16.1.2 OBC: 交流充电覆盖更全面应用场景

车载充电机（OBC）是连接交流充电桩，将交流电转化为直流电的重要电子装置。新能源汽车充电可分为交流充电与直流充电两种，1）直流充电“快充”，利用外来的“直流充电桩”直接给动力电池充电，不需要使用车载充电机；2）交流充电“慢充”，交流充电桩将交流电网中的单相交流电（220V）或三相交流电（380V）电流供给装在车辆内的车载充电机（OBC），OBC可以将交流电转化为直流电从而给新能源汽车充电。

图393: 新能源汽车充电方式示意图



资料来源：威迈斯招股书，浙商证券研究所

交流充电适用具备低成本等优势，慢充、快充结合使用场景广泛。交流充电桩具备价格较低、占地面积较小且对配电要求较低，更适合私家场合使用；直流充电桩虽然能快速充电，但建设成本较高、占地面积较大，且需要大型变压器满足配电要求，更适合专用充电站使用，以满足顾客紧急充电的需求。

表68: 交流、直流充电对比

项目	交流充电	直流充电
充电方式	车载充电机将交流转化为直流，给动力电池充电	直流充电桩直接对动力电池充电
应用场景	单相交流充电桩 220V、三相交流充电桩 380V	直流充电电压为直流输（200V-1000V），包括普通直流充电桩、超级直流快充桩
适用场景	停车场、商场、小区用等日常生活、夜晚充电场景	高速服务区快充站等专用充电站
充电功率	较低	较高
充电时长	5-8 小时	10 分钟-2.5 小时
使用时间	充电时间较长，一般为晚上，利用夜间休息时间进行充电，	一般为白天，适用于紧急充电需求
充电电压	常规交流电压	适配动力电池的直流电压

资料来源：威迈斯招股书，浙商证券研究所

随着新能源汽车市场的扩大，OBC 市场规模持续增长。2021 年 OBC 出货量为 288.7 万套，同比增长 158%。2022 OBC 出货总量就已经达到 512.87 万套，同比增长 77.6%。2022 年新能源汽车全球销量为 1082.4 万辆，根据我们测算，2025 年，全球新能源汽车市场规模将达到 2537 万辆。纯电动汽车及 PHEV 混动汽车都需配一台 OBC，每台 OBC 平均价格 2000。浙商证券研究所测算，目前行业规模在 281 亿元，预计 2025 年行业规模可达 660 亿元，2022-2025 年 CAGR33%。

表69: OBC 市场空间

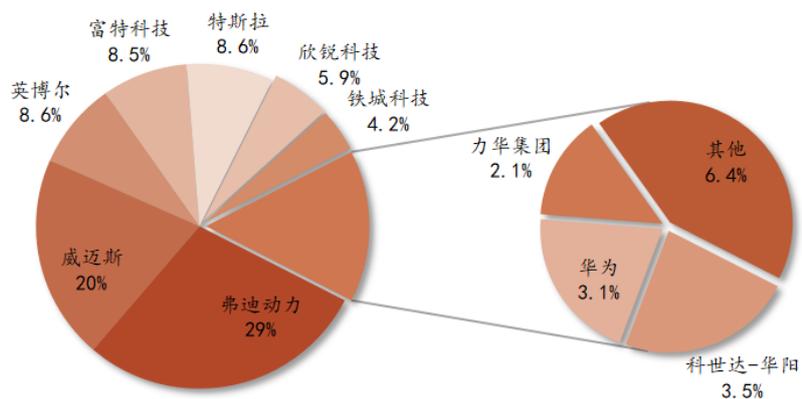
	2021 年	2022E	2023E	2024E	2025E
中国新能源汽车产量(万辆)	352	689	950	1235	1602
全球乘用车产量(万辆)	670	1,082	1,520	1,938	2,537
OBC 单车价值	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
国内市场前装空间 (亿元)	70	138	190	247	320
国内市场后装空间 (亿元)	21	41	57	74	96
国内市场空间 (亿元)	92	179	247	321	417
单车价值	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
全球市场前装空间 (亿元)	134	216	304	388	507
全球市场后装空间 (亿元)	40	65	91	116	152
全球市场空间 (亿元)	174	281	395	504	660

资料来源: 浙商证券研究所整理, 全球/国内后装市场预测=0.3*(全球/国内)前装市场预测

从供应格局来看, OBC 厂商分为主机厂和外供厂商, 外供厂商居多。第一类, 主机厂代表企业有比亚迪、特斯拉, 其供应链垂直一体化满足自产自用; 第二类, 外供厂商以威迈斯、英搏尔、欣锐科技为代表, 其专注于车载电源产品开发, 具备技术优势和丰富的行业经验。从市场格局来看, OBC 厂商中外供厂商占比较大。

市场格局相对集中, 前十大厂商市占率水平较高。2021 年 OBC 装机量为 288.7 万套, 前十家 OBC 企业装机量占比 91.4%, 其中前四家企业分别为威迈斯、弗迪动力、富特科技、特斯拉, 市场占有率均在 10% 以上, 共计 59%。2022 年 OBC 装机量为 512.87 万套, 同比增长 77.6%, 前十大供应商占比 93.6%。其中前五家企业分别为弗迪动力、威迈斯、特斯拉、英搏尔、富特科技, 市场占有率均超 8%, 共计 74.7%。由于单款车型对 OBC 出货量影响较大, 随着爆款车型的增加, 前十大供应商格局可能发生变化。

图394: 2022 年新能源乘用车 OBC 装机量企业分布



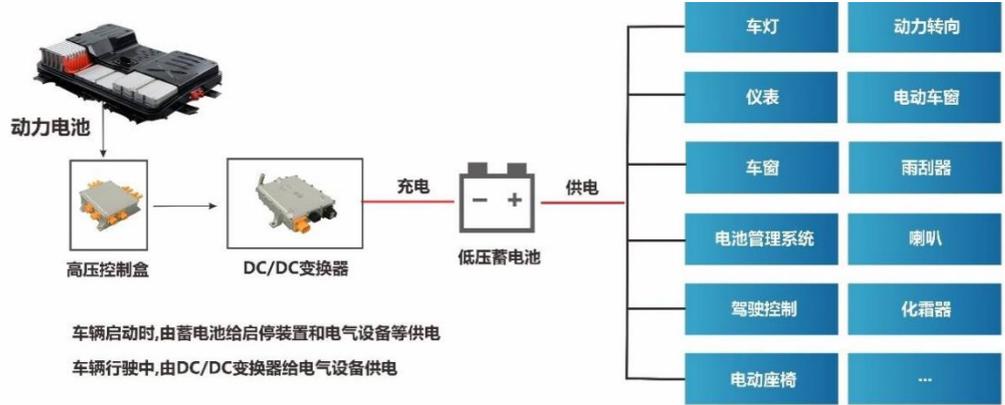
资料来源: NE 时代, 浙商证券研究所

16.1.3 车载 DC/DC: 供低压设备用电

车载 DC/DC 变换器, 可以将动力电池输出的高压直流电转变为用电设备和低压蓄电池可直接使用的低压直流电, 具有低电压高电流的特点。动力电池输出的电压较高, 通常为 100V~400V, 不能被车辆中的用电器直接使用, 因此需要降压型的 DC/DC 变换器将高压直流电转换为恒定的 12V、14V、28V 或者 48V 低压直流电, 才能为车灯、仪表、电动

车窗、电池管理系统、驾驶控制、电动座椅、喇叭等用电器供电或给蓄电池充电。由于整车用电器消耗功率较大而所需电压较低，因此 DC/DC 变换器具有低电压、高电流的特点。

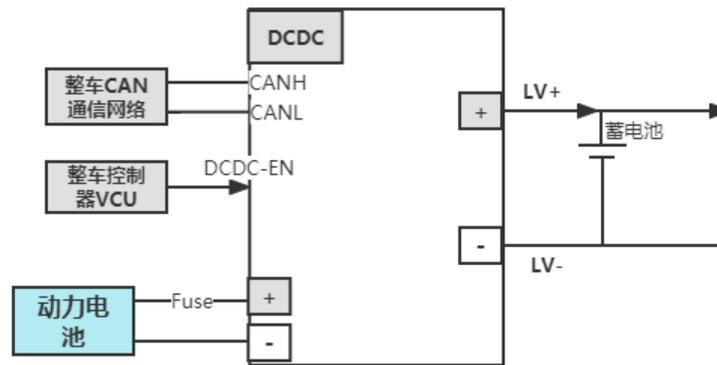
图395： 车载 DC/DC 变换器工作原理示意图



资料来源：威迈斯招股说明书，浙商证券研究所

车载 DC / DC 变换器输入端连接动力电池高压输出端，输出端连接呈并联关系的低压用电器和蓄电池。当 VCU（整车控制器）未接到高压指令时，蓄电池给低压用电器供电。当 VCU 收到上高压指令后，DC / DC 变换器启动，动力电池输出的高压电经 DC / DC 变换器转换后输出稳定的低压电。DC / DC 变换器要根据车辆用电器实际用电情况和蓄电池的充放电平衡给低压用电器和蓄电池供电。

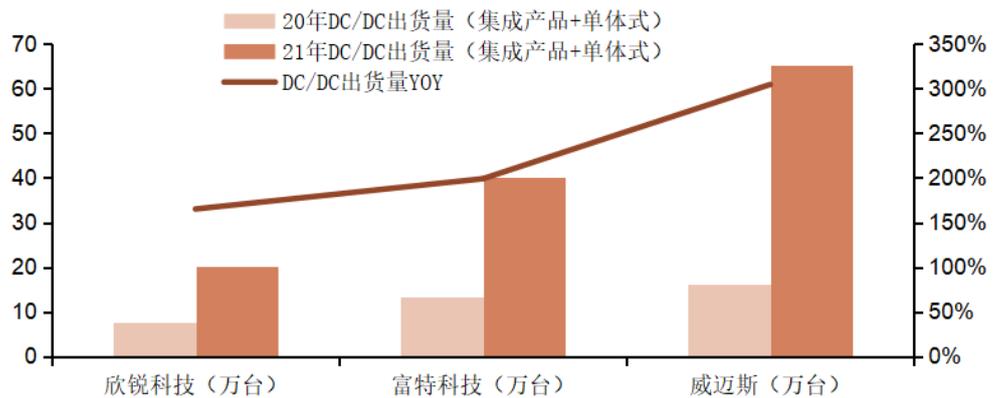
图396： 车载 DC/DC 变换器控制原理示意图



资料来源：知网，浙商证券研究所

车载 DC/DC 变换器市场格局分为主机厂和外供厂商，国外企业有联合电子、科世达等企业，国内主要厂商包括欣锐科技、富特科技、英搏尔、威迈斯、汇川技术。目前 DC/DC 变换器以二合一(OBC+PDU)或三合一(OBC+DC/DC+PDU)集成产品为主。随着新能源汽车渗透率持续增加，2021 年主要企业 DC/DC 变换器出货量均大幅上升，欣锐科技/富特科技/威迈斯出货量 YOY 分别为 165.1%/199%/304.57%。

图397: 2021年企业DC/DC变换器出货量对比

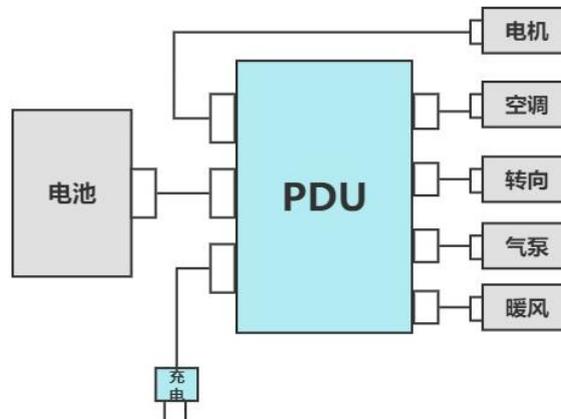


资料来源: 威迈斯招股说明书、富特科技招股说明书、欣锐科技2021年年度报告, 浙商证券研究所

16.1.4 PDU: 高压系统中的电流分配电器

高压配电箱(PDU)是高压系统中分配电池输出的直流电和监控过流过压的高压电源分配单元。PDU通过母排及线束连接动力电池并控制充放电,将动力电池输出的直流电分配到汽车的OBC、车载DC/DC变换器、电机控制器、空调、PTC等高压用电器上,在高压系统中起过载短路保护、低压控制等功能,保护和监控高压系统的运行。

图398: PDU功能示意图



资料来源: 电子发烧友, 浙商证券研究所

2025年市场空间165亿元,复合增速超30%。目前PDU多以二合一(OBC+PDU)或三合一(OBC+DC/DC+PDU)的集成形式出现,以节约元器件成本、节省车内空间、减轻车身重量等,PDU单车价值在200-800元之间,行业格局较为分散。2022年新能源汽车全球销量为1082.4万辆,2025年全球新能源汽车市场规模将达到2537万辆。按每车PDU500元计算,目前行业规模在70亿元。我们预测2025年PDU行业规模可达165亿元,2022-2025年CAGR达33%。

表70: PDU 市场空间

	2021 年	2022 年	2023E	2024E	2025E
中国新能源汽车 产量(万辆)	352	700	950	1235	1602
全球乘用车产量 (万辆)	670	1,082	1,520	1,938	2,537
PDU 单车价值	500	500	500	500	500
国内市场前装空 间(亿元)	<u>18</u>	<u>35</u>	<u>48</u>	<u>62</u>	<u>80</u>
国内市场后装空 间(亿元)	<u>5</u>	<u>11</u>	<u>14</u>	<u>19</u>	<u>24</u>
国内市场空间 (亿元)	<u>23</u>	<u>46</u>	<u>62</u>	<u>80</u>	<u>104</u>
单车价值	500	500	500	500	500
全球市场前装空 间(亿元)	<u>34</u>	<u>54</u>	<u>76</u>	<u>97</u>	<u>127</u>
全球市场后装空 间(亿元)	<u>10</u>	<u>16</u>	<u>23</u>	<u>29</u>	<u>38</u>
全球市场空间 (亿元)	<u>44</u>	<u>70</u>	<u>99</u>	<u>126</u>	<u>165</u>

资料来源: 浙商证券研究所整理, 全球/国内后装市场预测=0.3*(全球/国内)前装市场预测

16.2 小三电将朝着集成化、多功能化、大功率方向发展

小三电发展趋势主要为, 开拓新功能, 提升用户的用车体验; 集成多个零部件的功能, 配合集成化和轻量化发展趋势; 高功率化, 满足快充需求。

● 趋势一: 大功率

解决充电焦虑, 多车企选择高压快充。解决充电焦虑有高压快充和换电两种模式, 蔚来、吉利睿蓝等布局换电模式; 保时捷 Tycan 是第一款 800V 快充车型, 保时捷之后, 比亚迪、东风岚图、吉利、小鹏等车企布局高压快充, 小鹏 G9 成为首款 800V 高压 SiC 车型。

表71: 高压快充成为主要趋势

OEM	电压	功率	电流	续航	量产时间
长城沙龙	800V	400KW	600A	充电 10 分钟, 续航 800 公里	机甲龙限量版在 2022 年交付
东风岚图	800V	360KW	600A	充电 10 分钟, 续航 400 公里	--
广汽埃安	1000V	480KW	600A	充电 5 分钟, 续航 200 公里	率先搭载在 AIONV 车型上
吉利	800V	360KW	--	充电 5 分钟, 续航 120 公里	--
北汽极狐	800V	--	--	充电 10 分钟, 续航 196 公里	阿尔法 S 于 2021 年 12 月底小批量交付
小鹏	800V	480KW	670A	充电 5 分钟, 续航 200 公里	G9 在 2022 交付
理想	800V	--	--	--	2023 年以后
零跑	800V	400KW	--	充电 5 分钟, 续航 200+公里	2024 年 Q4
保时捷	800V	350KW	--	5 分钟充 80% 电	Taycan 已量产, Macan 将于 2023 年发布
现代	800V	220KW	--	14 分钟充 80% 电	IONIQ5 于 2021 年发布, 国内版于 2022 年量产交付

资料来源: 佐思汽研, 浙商证券研究所

高压快充下, SiC 代替传统硅功率器件。800V 架构下, OBC 功率要从传统的 3.3/6.6kW 提升至 11/22kW, 传统硅功率器件已经不能满足要求, 而 SiC 在导通电阻、阻断电压、散热方面更具优势, 将大规模应用于 800V 电压平台。目前, 威迈斯、英搏尔、欣锐科技、富特科技均有 SiC 功率器件的 OBC 方案。

800V 高压平台有望增加 DC/DC 的单车价值。800V 高压系统通常有五种解决方案, 其中, 方案二和方案四都要新增一个 DC/DC。**方案二**, 车载部件全系 800V, 400V 充电桩依然会在过渡期使用, 为兼容 400V 充电桩, 在车辆充电接口与动力电池之间增加一个 DC/DC 进行 400V-800V 的升压, 单车价值约增加 1000 元。**方案四**, 仅直流快充部件及动力电池 800V, 其他部件 400V, 需要新增一个 400V-800V 的 DC/DC 将动力电池高电压转换为 400V 适配的低电压。按照一个 DC/DC1000 元计算, 单车价值大约增加 1000 元。

表72: 高压快充五种方案

项目	方案一	方案二	方案三	方案四	方案五
系统框图					
特征	<ul style="list-style-type: none"> · Driving @800V · AC charging @ 800V · DC charging @400V or 800V 	<ul style="list-style-type: none"> · Driving @800V · AC charging @ 800V · DC charging @400V or 800V 	<ul style="list-style-type: none"> · Driving @800V · AC charging @ 800V · DC charging @400V or 800V 	<ul style="list-style-type: none"> · Driving @ 400V · AC charging @ 400V · DC charging @400V or 800V 	<ul style="list-style-type: none"> · Driving @ 400V · AC charging @ 400V · DC charging @400V or 800V
系统改动量	<ul style="list-style-type: none"> · 所有高压部件都需要重新设计成 800V 部件 · 兼容 400V 直流充电桩, 无需新增高压部件 	<ul style="list-style-type: none"> · 所有高压部件都需要重新设计成 800V 部件 · 兼容 400V 直流充电桩需要新增 120kw 400V-800VDCDC 	<ul style="list-style-type: none"> · 所有高压部件都需要重新设计成 800V 部件 · 动力电池需要特殊设计 (400V 和 800V 灵活输出新增切换继电器) 	<ul style="list-style-type: none"> · 动力电池设计为 800V · 需要新增 150kw 400V- 800V DCDC, 其余车辆部件无需改动 	<ul style="list-style-type: none"> · 动力电池需要特殊设计(400V 和 800V 灵活输出, 新增切换继电器) · 800V 直流充电时, 新增继电器切断 400V 部件
系统性能	<ul style="list-style-type: none"> · 整车能耗低 · 无安全风险 	<ul style="list-style-type: none"> · 整车能耗低 · 无安全风险 	<ul style="list-style-type: none"> · 整车能耗低 · 电池并联环流潜在问题 	<ul style="list-style-type: none"> · 整车能耗高 · 400V/800VDCDC 安全要求高, 防止 800V 电网和 400V 电网直通 	<ul style="list-style-type: none"> · 整车能耗高 · 电池并联环流潜在问题 · 电池安全要求高, 防止 800V 电网和 400V 电网直通
系统新增成本	较高	最高	较高	较高	较低
整车布置改造	较难	较难	较难	适中	适中
方案推广难度	推广难度较低: 所有高压部件都仅要求 800V 设计, 供应商都在研发	推广难度较低: 所有高压部件都仅要求 800V 设计, 供应商都在研发; 需要新增一个 DCDC	推广难度较大: 电池需要特殊改动和设计	推广难度较大: 仅需要新增一个 DCDC	推广难度大: 电池需要特殊改动和设计

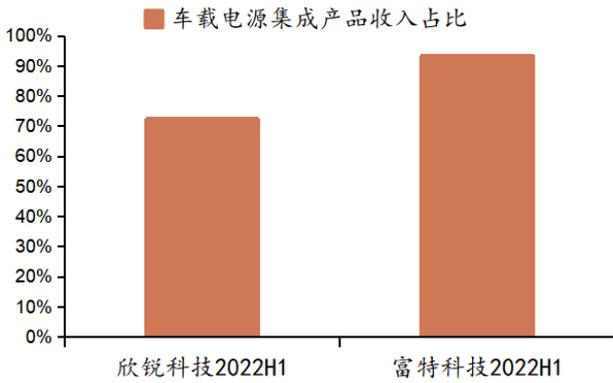
资料来源: 联合电子公众号, 浙商证券研究所

11KW/22KW 高压大功率方向发展。400V 电平台下我国新能源乘用车多采用 3.3KW/6.6KW 的 OBC, 但小功率的车载充电机随着 800V 电压平台的到来, 已逐渐不能满足市场要求。特斯拉采用的就是 10KW 的高功率车载充电机。随着 800V 高电压平台车型不断推出, 我国 OBC 也将逐步向 11KW/22KW 等高压大功率方向发展。

● **趋势二: 集成化**

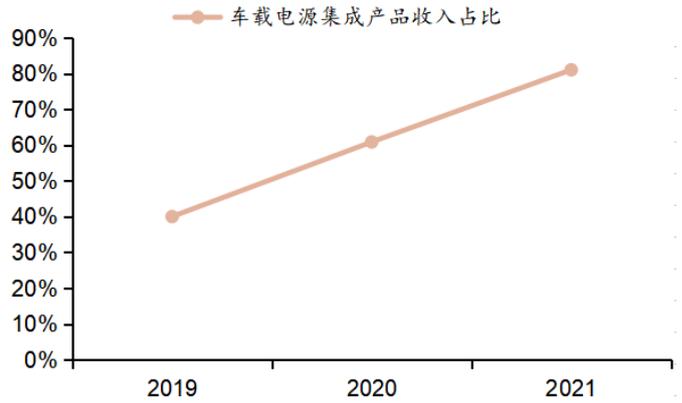
主流趋势是 OBC、DC/DC、PDU 等部件进行集成设计。集成化可以实现 1) **轻量化**, 降低电源装置总重, 促进新能源汽车轻量化、提升续航能力、降低成本是新能源车重要发展方向, 2) **减少成本**, 小三电集成化后单车价值下降, 减少整车生产过程中需要总装的零件数量, 从而降低车企成本, 集成后成本下降 700-800 元。

图399: 欣锐科技、富特科技集成产品营收占比



资料来源: 欣锐科技 2022 年半年度报告, 富特科技招股说明书, 浙商证券研究所

图400: 威迈斯集成产品收入占比



资料来源: 威迈斯招股说明书, 浙商证券研究所

● 趋势三: 多功能

单向型车载 DC/DC 变换器发展为双向型, 可替代相关器件对母线电容进行预充, 减少零器件的使用, 从而降低成本。双向型 DC/DC 可以实现电能的双向流动, 将低压电转换为高压电。电机加速时, 电池通过 DC/DC 放电; 而当电机制动时, 制动的能量通过 DC/DC 为电池充电, 可降低能量损耗, 提高车辆续航能力。

双向化 OBC 发挥移动分布式储能功能。传统单向车载充电机只能满足能量的单向流动, 能量由电网经 OBC 流向动力电池。双向化意味着通过 OBC 的逆变技术, 能量可以从动力电池经 OBC 流向其他电器, 从而使新能源汽车满足日常生活中应急充电的功能。

图401: 双向 OBC 应用场景

V2X 形式	简要说明	示例
V2L, 车对负载	将动力电池的电给其他负载进行充电, 如电灯、电风扇、烤箱等, 亦可以作为应急供电能源, 如为地震断电环境下的通信基站供电	
V2V, 车对车	车车互充技术, 将新能源汽车动力电池的电能释放给其他新能源汽车充电	
V2G, 车对电网	实现新能源汽车和电网之间的能量互动, 在电网负荷低时, 新能源汽车充电吸纳电能; 在电网负荷高时, 新能源汽车可向电网释放电能, 赚取差价收益, 实现削峰填谷	

资料来源: 威迈斯招股说明书, 浙商证券研究所整理

16.3 OEM 与第三方共同参与，小三电企业技术迭代

除弗迪动力（比亚迪）、新美亚（特斯拉）等与主机厂垂直一体化的厂商，目前国内已上市或拟上市的车载电源厂商有威迈斯、欣锐科技、英搏尔、富特科技。车载电源市场以集成化产品为主，OBC 和 DC-DC 变换器作为车载电源集成产品的核心零部件，以上企业具备同时生产两者的能力。

表73：小三电企业

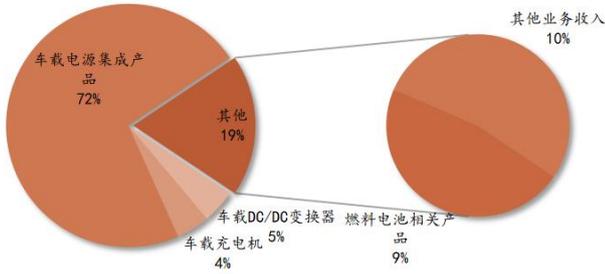
序号	企业名称	主要相同或相似产品	主营业务介绍
1	欣锐科技 (SZ.300745)	车载充电机、车载 DC/DC 变换器、车载电源集成产品	公司主要生产新能源汽车高压“电控”总成中的车载电源系列产品和氢能与燃料电池专用产品，包括车载充电机、车载 DC/DC 变换器以及以车载充电机、车载 DC/DC 变换器为核心的车载电源集成产品、氢能与燃料电池汽车专用产品 DCF 等。
2	英搏尔 (SZ.300681)	电源总成、电驱动总成、混动双电机控制器、MC39 系列电机控制器、六合一集成动力总成、集成芯动力总成等	英搏尔是一家专注于新能源汽车动力域研发、生产的领军企业。公司产品为新能源汽车驱动总成及电源总成。
3	汇川技术 (SZ.300124)	电机控制器、高性能电机、DC/DC 电源、OBC 电源、五合一控制器、电驱总成、电源总成等	公司聚焦工业领域的自动化、数字化、智能化，专注“信息层、控制层、驱动层、执行层、传感层”核心技术。经过 19 年的发展，公司业务分为：通用自动化业务、电梯电气大配套业务、新能源汽车电驱&电源系统业务、工业机器人业务、轨道交通牵引系统业务。
4	精进电动 (SH.688280)	电机、控制器、纯电驱动总成、混动/增程系统等	精进电动是新能源汽车电驱动系统国内领军企业之一，从事电驱动系统的研发、生产、销售及服务。已对驱动电机、控制器、传动三大总成自主掌握核心技术和实现完整布局。
5	富特科技	车载电源、充电桩电源模块	富特科技成立于 2011 年 8 月，生产基地位于湖州市安吉县，研发中心位于杭州市西湖区，是一家专注于新能源汽车核心零部件的国家级高新技术企业，是国内新能源汽车车载充电机及车载 DC/DC 转换器的主要供应商。
6	法雷奥	电池充电器、电机和 DC-DC 转换器等	于 1923 年在法国成立，1994 年进入中国市场，致力于汽车零部件、集成系统和模块的设计、生产及销售，其中车辆电气化业务包括车载充电器、DC/DC 转换器和控制发动机用逆变器
7	科世达 (KOSTAL)	车载充电器、DC/DC 转换器、驱动控制器等	于 1912 年在德国成立，与新能源汽车相关的主要产品包括车载充电器、DC/DC 转换器、驱动控制器等
8	台达电子 (TW.2308)	车载充电器、直流电源模块、集成型直流电源模块及双向车载充电器、电机驱动器、驱动马达等	于 1971 年在中国台湾成立，1992 年进入大陆市场，主要从事电源及零部件、能源管理以及智能绿色生活三大业务领域，其中汽车电子业务包括车载充电器、直流电源模块、集成型直流电源模块及双向车载充电器、电机驱动器、驱动马达等
9	弗迪动力	新能源电机、电控、电源等	成立于 2019 年，为比亚迪全资子公司，主营业务包含新能源电机、电控、电源及零件
10	新美亚 (SANM.O)	车载充电机等	制造和销售，主要为比亚迪供应新能源汽车零部件 于 1980 年在美国成立，为全球最具创新性的科技公司提供设计、制造和物流解决方案，目前为特斯拉代工生产车载充电机

资料来源：威迈斯说明书，浙商证券研究所

● 欣锐科技

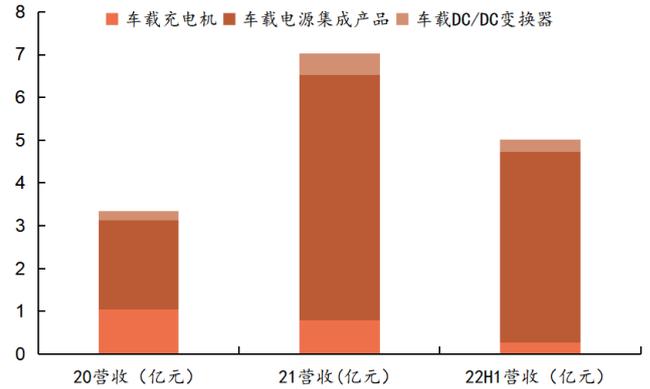
欣锐科技注重研发，超前布局 SiC。欣锐科技早在 2013 年就开始布局 SiC 领域，目前已拥有全系 SiC 方案，在 800V 电压平台趋势下具有先发优势。核心产品有车载充电机（OBC）、DC-DC 变换器和三合一车载集成电源产品（OBC+DCDC+PDU），可应用于乘用车、客车、专用车等各类新能源汽车，其中，车载充电机产品包括单向、双向充电机。2022 年上半年车载电源集成产品/车载 DC-DC 变换器/OBC 占比分别为 72%/5%/4%。

图402: 2022H1 欣锐科技营收分布



资料来源: 欣锐科技 2022 年半年度报告, 浙商证券研究所

图403: 2020-2022H1 欣锐科技主营产品营收



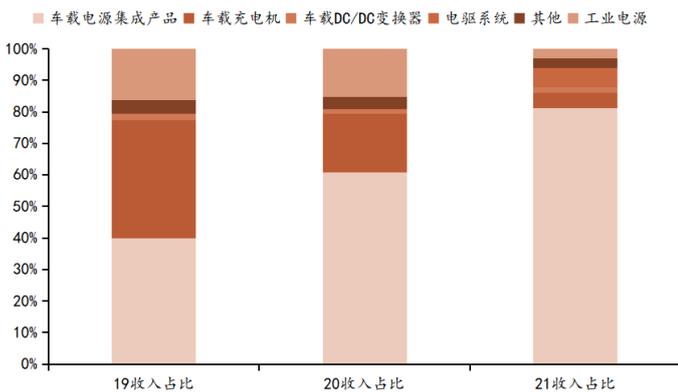
资料来源: 欣锐科技 2020 年年度报告, 欣锐科技 2021 年年度报告, 2022 年半年度报告, 浙商证券研究所

公司贯彻“品牌向上”战略, 深受新能源客户好评。公司订单来源于定制化开发和联合开发。公司团队研发和产业化能力强, 可为客户开发出针对性强、与整车匹配度高的车载电源解决方案及产品, 客户包括比亚迪、小鹏、极氪、本田、吉利、北汽、哪吒等主机厂, 且获得比亚迪“2021 年度特别贡献奖”、广汽本田“2021 年度 ENG 领域优秀合作奖”。

● 威迈斯

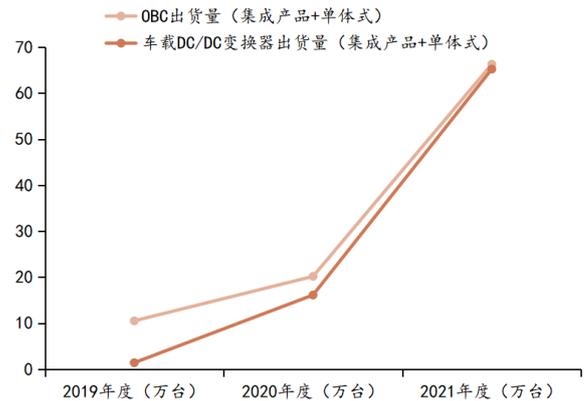
威迈斯是新能源汽车车载电源产品第三方供应商的行业龙头公司。2022 年上半年公司车载电源营收占比 92.12%, 其中车载电源集成产品/车载充电机/车载 DC-DC 变换器分别占比 87.96%/2.97%/1.2%, 电源电驱 2.92%, 工业电源 1.66%, 其他业务 3.29%其中集成类产品、OBC、DCDC 分别占比。车载电源集成产品采用磁集成方案, 获得境外 11 项专利, 集成类产品份额持续提升, “6.6kW OBC+2.5kW DC/DC” 体积功率密度达 1.73kW/L, 在行业同类型产品中处于领先地位。

图404: 2019-2021 年威迈斯产品营收占比



资料来源: 威迈斯招股说明书, 浙商证券研究所

图405: 2019-2021 年威迈斯产品出货量



资料来源: 威迈斯招股说明书, 浙商证券研究所

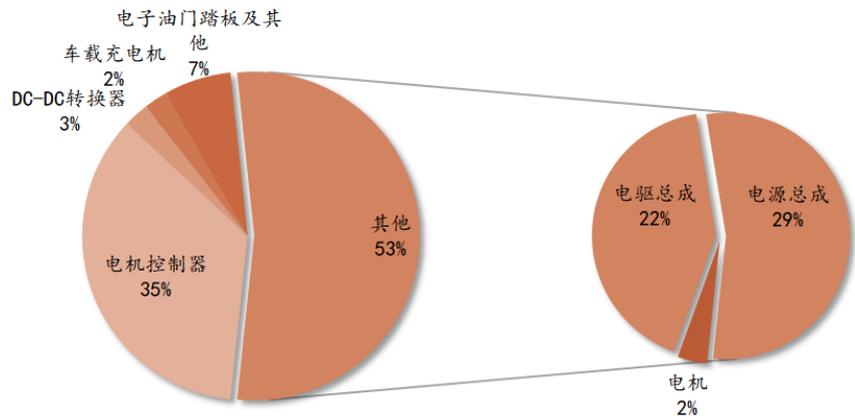
前五大客户较为稳定, 且占据大部分业务营收来源。19-21 年前五大客户业务收入占比: 72.32%/72.42%/67.27%。主要客户有上汽集团、理想汽车、长安汽车、奇瑞汽车、吉利汽车、日立楼宇等。车载电源集成产品配套车型有理想汽车 ONE、合众新能源哪吒 V、小鹏 P5、零跑汽车 C11、上汽集团荣威、Stellantis Ami、Smart 精灵#1、长安汽车奔奔、

奇瑞汽车 EQ1、吉利汽车几何 C，800V 车载集成电源产品已获得小鹏汽车、理想汽车、岚图汽车等客户的定点。

● 英搏尔

英搏尔主营业务是新能源汽车动力系统研发和生产，主营产品驱动总成和电源总成以集成化为特点，产品功率密度高、体积小、重量轻、有明显成本优势。代表产品包括驱动总成、电源总成（三合一电源总成、11kw 电源总成）、六合一全集成总成（包含电机、电机控制器、减速箱、高压配电箱、DC-DC 转换器、车载充电机），且公司目前拥有 800V 架构下满足快充要求的电源总成产品。

图406: 2021 年英搏尔营收分布



资料来源：英搏尔 2021 年年度报告，浙商证券研究所

公司客户包括威马、思皓、Vinfast、长城、合众、吉利、长安等，单体式 DC/DC 转换器客户主要是上汽通用五菱（星辰/凯捷），2022 年已量产。车载电源集成化产品客户受众则较广，覆盖 A 级、B 级轿车（含 EV 和 HEV）、MPV、SUV（含小型、紧凑型、中大型 SUV）和 A00 级车。威马 E.5/M7、长城好猫系列、合众哪吒系列、长安 A158 系列已于 2022 年实现量产，Vinfast 计划在 2023 年开始量产。

表74: 英搏尔配套客户及应用车型

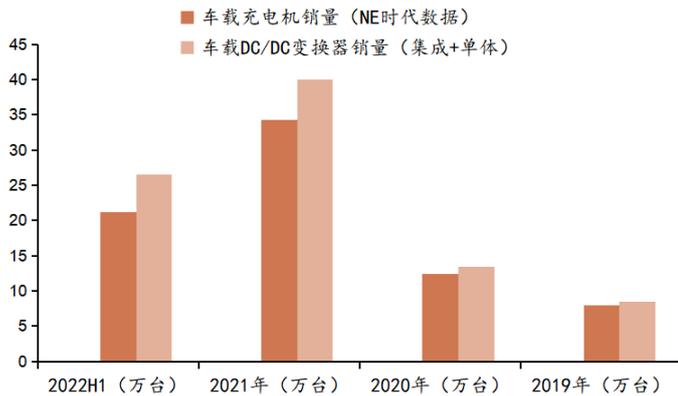
产品名称	客户名称	配套车型	定点时间	量产时间
A 级和 B 级轿车（含 EV 和 HEV）	威马	E.5/M7	2020 年	2022 年
	思皓	E50A	2020 年	2021 年
	Vinfast	--	2022 年	2023 年
	思皓	IC5	2019 年	2020 年
MPV、SUV（含小型、紧凑型、中大型 SUV）	长城汽车	好猫系列	2021 年	2022 年
	上汽通用五菱	星辰/凯捷	2021 年	2022 年
	吉利几何	功夫牛 30X	2019 年	2021 年
	思皓	E40X/X811	2020 年	2020 年
A00 级车	上汽通用五菱	五菱宏 MINIEV	2021 年	2021 年
	上汽通用五菱	E300p-kivi	2021 年	2021 年
	长安新能源	A158	2021 年	2022 年
奇瑞商用车	冰淇淋	2020 年	2021 年	

资料来源：英搏尔 2022 年半年度报告，浙商证券研究所整理

● 富特科技

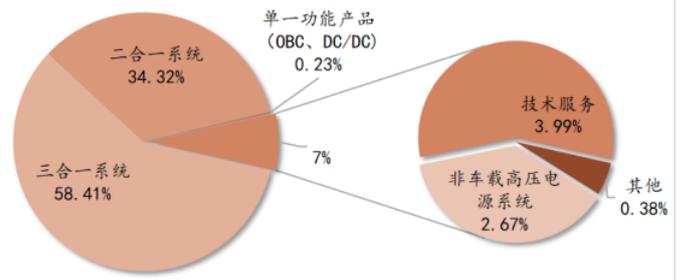
富特科技专注于高压电源系统领域，以车载电源集成化产品为主。二合一产品包括（OBC+DCDC 和 DCDC+PDU）。公司 OBC 产品功率覆盖 3.3kW /6.6kW /11kW /22kW。DC/DC 产品功率范围是 0.5kW-5kW。车载充电机的最高转换效率可达 96%，车载高压电源系统的功率密度可达 3.2kW/L。2022 年上半年，车载电源集成产品占总营收的 93.34%，单一产品（DC/DC 变换器和 OBC）仅占 0.23%。

图407: 2022H1 富特科技销量



资料来源: NE 时代, 富特科技招股说明书, 浙商证券研究所

图408: 22H1 富特科技三合一产品占比 58%



资料来源: 富特科技招股说明书, 浙商证券研究所

富特科技前五大客户包括广汽集团、蔚来汽车、长城汽车、易捷特、埃诺威。客户集中度较高，19 年-22 年 H1 前五大客户的销售金额占比均在 90%以上。其他客户有雷诺汽车、日产汽车、小鹏汽车、小米汽车、上汽集团、比亚迪、长安汽车、LG 等。

表75: 2022H1 富特科技前五大客户

客户名称	主要销售内容	销售金额 (万元)	占营业收入比例
1	广汽集团	22,509.88	33.96%
2	蔚来汽车	15,082.62	22.75%
3	长城汽车	12,989.11	19.59%
4	易捷特	11,297.50	17.04%
5	埃诺威	2,010.92	3.03%
合计		63,890.03	96.37%

资料来源: 富特科技招股说明书, 浙商证券研究所整理

16.4 风险提示

全球新能源汽车渗透率不及预期; 芯片、半导体器件依赖进口; 芯片、半导体器件等上游材料涨价

17 风险提示

新能源汽车销量不及预期: 受燃油车降价, 基础设施仍不完善等因素影响, 新能源汽车销量可能不及预期。

汽车零部件供应不及预期: 目前汽车芯片等部分零部件产能供应依旧紧张, 未来仍有可能因为零部件供应不足而停产的现象发生。

疫情反复：疫情严重可能会再次导致工厂停产、减产，可能会导致整车产能不足或零部件供应链断裂。

市场竞争加剧：新能源汽车行业竞争者众多，新产品层出不穷，配置越来越高，未来竞争力小的公司可能会提前出局。

原材料价格大幅上涨：大宗商品价格可能会剧烈波动，原材料价格大幅上涨会削弱产业链各环节利润，影响企业盈利。

技术进步不及预期：钒电池、电子后视镜、域控制器等技术仍有待进一步发展，技术进步速度会影响产品的落地进程。

股票投资评级说明

以报告日后的6个月内，证券相对于沪深300指数的涨跌幅为标准，定义如下：

1. 买入：相对于沪深300指数表现+20%以上；
2. 增持：相对于沪深300指数表现+10%~+20%；
3. 中性：相对于沪深300指数表现-10%~+10%之间波动；
4. 减持：相对于沪深300指数表现-10%以下。

行业的投资评级：

以报告日后的6个月内，行业指数相对于沪深300指数的涨跌幅为标准，定义如下：

1. 看好：行业指数相对于沪深300指数表现+10%以上；
2. 中性：行业指数相对于沪深300指数表现-10%~+10%以上；
3. 看淡：行业指数相对于沪深300指数表现-10%以下。

我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重。

建议：投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者不应仅仅依靠投资评级来推断结论。

法律声明及风险提示

本报告由浙商证券股份有限公司（已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格，经营许可证编号为：Z39833000）制作。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但浙商证券股份有限公司及其关联机构（以下统称“本公司”）对这些信息的真实性、准确性及完整性不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不发生任何变更。本公司没有将变更的信息和建议向报告所有接收者进行更新的义务。

本报告仅供本公司的客户作参考之用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。

本报告仅反映报告作者的出具日的观点和判断，在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议，投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本公司的交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。本公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。本公司的资产管理公司、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

本报告版权均归本公司所有，未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、发布、传播本报告的全部或部分内容。经授权刊载、转发本报告或者摘要的，应当注明本报告发布人和发布日期，并提示使用本报告的风险。未经授权或未按要求刊载、转发本报告的，应当承担相应的法律责任。本公司将保留向其追究法律责任的权利。

浙商证券研究所

上海总部地址：杨高南路729号陆家嘴世纪金融广场1号楼25层

北京地址：北京市东城区朝阳门北大街8号富华大厦E座4层

深圳地址：广东省深圳市福田区广电金融中心33层

上海总部邮政编码：200127

上海总部电话：(8621) 80108518

上海总部传真：(8621) 80106010

浙商证券研究所：<https://www.stocke.com.cn>